

Modelagem Matemática e Pedagogia de Projetos: aspectos comuns

RONALDO BARROS RIPARDO¹; MARCELO DE SOUSA OLIVEIRA²; FRANCISCO HERMES DA SILVA³

¹Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas - PPGECEM / NPADC / UFPA, área de concentração em Matemática.

²Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas - PPGECEM / NPADC / UFPA, área de concentração em Matemática. Professor de matemática da rede pública estadual do Pará.

³Professor de Primeiro e Segundo grau da Escola de Aplicação da UFPA - Núcleo Pedagógico Integrado / NPI e do Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico / NPADC para desenvolver pesquisas na área de Educação Matemática e ministrar aulas nos Curso de Especialização e Mestrado em Educação Matemática.

Resumo: É emergente na educação escolar brasileira a necessidade da adoção de novos comportamentos no que diz respeito à prática docente, pois, do modo como está sendo conduzida, muito pouco se conquistará do imenso leque de objetivos que a ela são atribuídos. O ensino da matemática urge pelo incremento de novas práticas pedagógicas com o intuito de tirar do professor a idéia de que exclusivamente por sua ação verbal se conseguirá promover um aprendizado significativo. A modelagem matemática e os projetos de trabalho aliam em si a vantagem de partirem de uma situação-problema que envolve diretamente o aluno para fazê-los chegarem a uma resposta, a um modelo matemático a partir do diálogo e da interação entre os pares. Rompem com o antigo sistema que se utiliza de constructos matemáticos prontos e acabados para almejar-se uma posterior contextualização. Como nova tendência que surge no campo da Educação Matemática, a modelagem precisa ser discutida e debatida em consonância com outras possibilidades de práticas educacionais, como a Pedagogia de Projetos, para que suas confluências possam ser percebidas e, aos poucos, irem sendo acrescidas nas atividades de ensino nas escolas brasileiras, principalmente nas aulas de matemática.

Abstract: Brazilian education needs urgently to adopt a new behavior regarding teachers' practices, because, if it continues to be conducted in the same way, very few of its various objectives will be reached. The teaching of mathematics urges an increase in new pedagogical practices with the intention of taking away from the teacher the idea that solely by means of his verbal action will be possible to promote significant learning. Mathematical modeling and work projects both have the advantage of starting from a problem-situation which directly involves students, making them find the answer to a mathematical model from the dialogue and from the interaction between the pairs. They breach with the old system which uses prepared mathematical models in order to achieve contextualization. Just like any other new trend that appears in the Mathematical Education field, Modeling needs to be discussed and debated in consonance with other educational practices possibilities, such as Project Pedagogy, so that their confluences may be perceived and, slowly be included among the teaching activities used in Brazilian schools, especially in math classes.

Palavras-chave: educação matemática, pedagogia de projetos, projetos de trabalho, modelagem matemática

Keywords: mathematical education, pedagogical projects, work projects, mathematical modelling

1. Introdução

A Educação no Brasil, de modo geral, sempre esteve carregada por valores culturais, religiosos e socioeconômicos que nos trouxeram uma herança metodológica difícil de ser transposta. O modelo de ensino “*tradicional*”, baseado na reprodução de valores e de conhecimentos científicos construídos pelo homem no decorrer da História, há muito não atende às necessidades de uma sociedade tecnológica e globalizada, sendo necessário muito mais que prover o aluno com o acúmulo excessivo de informações, que, na maioria das vezes, não possui relação nem direta nem imediata com o cotidiano dos estudantes.

É imprescindível que a escola assuma um papel mais significativo na formação dos estudantes oferecendo-lhes muito mais que conceitos, teoremas e definições, pois a sociedade atual requer pessoas que participem das decisões da comunidade, com equidade social, consciência política e ambiental. A matemática, nesse contexto, é um importante instrumento de análise e inferência das/nas questões que perpassam pela complexidade dessa sociedade. Os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1999) confirmam essa necessidade ao comentar, por exemplo, as habilidades requeridas no tratamento e análise de dados.

Vemos, portanto, a necessidade de um modelo educativo (re)significado diante das demandas sociais atuais e de suas problemáticas. Nesse contexto, a superação de paradigmas que não mais atendem aos anseios da sociedade se torna urgente. A construção de novas formas de educar baseadas na reflexão sobre a prática docente e na pesquisa tem sido defendida por vários estudiosos do assunto.

Para adquirir esses conhecimentos inerentes ao exercício da cidadania se torna necessário que o alunado participe ativamente em sua formação, já que é o principal sujeito desse processo. Assumir a postura de uma “educação libertadora”, com metodologias inovadoras e democráticas não é uma tarefa fácil, devido a fatores relacionados ao sistema educacional vigente e à própria cultura do espaço escolar. Uma prática democrática promove essencialmente a liberdade dos educandos, ao invés de suprimi-la. Freire (1996, p. 104) afirma que “A autoridade coerentemente democrática está convicta de que a disciplina verdadeira não existe na estagnação, no silêncio dos silenciados, mas no alvoroço dos inquietos, na dúvida que instiga, na esperança que desperta”.

Os professores, porém, indagam como proceder para que ocorra de fato essa ruptura: Como promover essas mudanças? Abandonar a forma tradicional de ensinar é a melhor opção? Como inaugurar novos paradigmas na atual estrutura escolar? Como adequar um currículo inovador num sistema seriado, linear e estanque?

Freire (1987) fala sobre duas formas de educação opostas entre si: a educação bancária e a educação libertadora. Na primeira, os educandos são tratados como reservatórios vazios onde são feitos os depósitos dos educadores – detentores do conhecimento – através de discursos, narrativas e dissertações. Ao que aprende, cabem as tarefas de passividade: ouvir, reproduzir, imitar, não questionar, não problematizar, etc.

Acreditamos que o ensino de Matemática na maioria das escolas brasileiras,

especialmente nas escolas públicas, não tem contribuído como uma ação eficaz na tarefa de formar cidadãos aptos a enfrentar os problemas cada vez mais complexos impostos pela sociedade, ou seja, para uma educação libertadora. Buscamos nessa reflexão apontar e discutir tendências metodológicas de ensino que possam contribuir para a reorientação da prática docente, especificamente na disciplina matemática, que prime pela emancipação do aluno enquanto sujeito social.

Entre as inúmeras possibilidades a pedagogia de projetos e, especificamente no campo da educação matemática, a modelagem matemática têm se mostrado eficazes numa abordagem menos tecnocrática dos conceitos matemáticos. Fazemos, portanto, uma discussão teórica sobre as especificidades dessas tendências bem como suas vantagens, dificuldades para sua implementação e os aspectos comuns entre ambas.

2. Planejamento, plano e projeto: tipologia e diferenças

O fazer pedagógico na educação pode incorporar diversas atividades, distintas entre si. Ouve-se falar em reformas, planejamentos, criação de projetos, elaboração de planos e programas, formação continuada etc. Muitas dessas atividades são conhecidas na prática cotidiana dos professores, muitas delas somente ficam no campo das especulações. Existem situações que o discurso inclui os termos, mas a práxis nem de longe efetiva o uso dessas definições conceituais. São comuns nas escolas os encontros cuja existência diz-se ter como finalidade a elaboração do planejamento anual, semestral ou bimestral da escola. Tem se tornado moda, inclusive, falar em desenvolvimento de projetos. Dos ditos planejamentos, às vezes, saem apenas rabiscos de intenções de ações que não se concretizam na prática dos envolvidos. Os chamados projetos nem sempre contribuem para uma autêntica atividade de ensino ou em outra prática dentro da escola. Há a necessidade não só de esclarecer o conteúdo dessas terminologias, mas também torná-las menos confusas quanto a sua natureza epistemológica, principalmente sobre os projetos, que são distintos de planejamento e de plano.

Planejamento educacional é, antes de tudo, aplicar à própria educação aquilo que os verdadeiros educadores se esforçam por inculcar a seus alunos: uma abordagem racional e científica dos problemas [...] o planejamento educacional significa bem mais que a elaboração de um projeto: é um processo contínuo que engloba uma série de operações interdependentes (UNESCO *apud* MENEGOLLA e SANT'ANNA, 2003, p. 32).

Sobrinho (1994) vê no planejamento o ajustamento entre meios e fins, recursos e objetivos ao empreender-se rumo à melhoria do sistema educacional. Para ele, a realidade que permeia a educação é dinâmica, de modo que os problemas não reivindicam hora nem lugar para se manifestarem, eles acontecem a cada dia, a cada hora.

Tanto a Unesco quanto Sobrinho são unânimes em verem que o planejamento é atemporal, não tem momento certo para acontecer. A educação é uma atividade humana, um produto social, conduzida por sujeitos múltiplos em suas formas de pensar e agir. Seria difícil pensar em um planejamento anual que desse conta de prever todos os problemas de uma escola, da completude de adversidades surgidas em um longo espaço de tempo.

Um planejamento busca a abordagem sistematizada dos problemas. Exige que ações pontuais sejam tomadas, mas com uma interdependência entre elas, por isso mesmo é inacabado, pois à medida que as coisas vão acontecendo podem-se reorientar algumas das ações ou até mesmo suprimi-las. O planejamento é essencial para a educação, pois organiza os meios que se tem e como estes vão ser usados para alcançar os objetivos definidos. Planejar exige, portanto, uma avaliação inicial para tomar conhecimento do que se dispõe para agir na busca dos objetivos propostos. De acordo com Padilha (2006), existem vários tipos de planejamento: coletivo, educacional, curricular, de ensino, escolar, participativo e de aulas.

Com relação a um Plano, este pode ser definido como:

[...] um documento que registra o que se pretende fazer, como fazer, quando fazer, com que fazer, com quem fazer [...] O Plano evita imprevisto, o imediatismo, a ausência de perspectivas, pois ele antecipa, ele prevê [...] Com o Plano é possível então acompanhar o seu desempenho, avaliar se os resultados foram ou não os esperados, onde houve desvios, quais os problemas enfrentados. Planejamento e Plano estão estritamente relacionados, mas não são sinônimos. O primeiro representa o processo e o segundo é um registro do processo (SOBRINHO, 1994, pp. 3-4).

Para Libâneo (1994, p. 223), plano “[...] é um guia de orientação, pois neles são estabelecidas as diretrizes e os meios de realização do trabalho docente”.

Para estes autores o plano é uma etapa do planejamento, a que se registram por escrito todas as fases e elementos envolvidos na execução das atividades definidas no planejamento, é uma orientação à prática. Percebe-se, de acordo com as definições apresentadas, que a existência

do plano depende fundamentalmente da precedência do planejamento, ou seja, o plano está contido no planejamento. Mas, ao contrário do que se possa pensar, o plano é muito mais que um documento fechado em si mesmo, onde estão registradas ações completamente vazias de sentido, insignificantes. Não é aquele documento em que se escreve após ou no ato do planejamento e guarda-se para dizer que foi feito um planejamento. O plano lhe confere flexibilidade, pois, com ele, é possível acompanhar passo a passo o que foi definido, indicando possibilidades da prática ser reorganizada, repensada. Um plano é sempre provisório, está sempre em movimento. Um planejamento sem um plano é incompleto, inacabado. Um plano engavetado é quase sempre sinônimo de um planejamento mal feito.

Por projetos entendemos que

[...] é uma antecipação [...] o conteúdo de um projeto não tem a ver com acontecimentos ou objectos pertencendo ao ambiente actual ou passado do actor que o elabora, mas com acontecimentos ou objectos ainda não verificados; não se debruça sobre factos, mas sobre possíveis; relaciona-se com um tempo a vir, com um futuro de que constitui uma antecipação, uma visão prévia (BARBIER, 1993, p. 49).

É predominante na visão de Barbier que projeto é uma previsão sobre um objeto ou acontecimento cujos resultados envolvendo-os não são ainda previsíveis, no entanto, não deixa claro que objetos são esses e em que medida, ou de que maneira, não estão envolvidos no presente nem no passado. O termo *projeto* é mencionado em vários ambientes sociais, como nas empresas e órgãos governamentais: projeto arquitetônico, projeto de lei, projeto de pesquisa, projeto educacional etc.

Maximiano diz que projeto “É um empreendimento finito, com objetivos claramente definidos em função de um problema, oportunidade ou interesse de uma pessoa ou organização” (MAXIMIANO, 1997, p. 20).

Para Backer e Backer (*apud* MOURA & BARBOSA, 2007, p. 22) um projeto “[...] possui um resultado desejável específico; um prazo para execução; e um orçamento que limita a quantidade de pessoas, insumos e dinheiro que podem ser usados para completar o projeto”.

Os conceitos citados convergem para a idéia de que a motivação inicial para a elaboração de um projeto é a resolução de problemas específicos que surgem para uma pessoa ou organização. Os resultados são esperados, desejados, mas não existe a certeza de que serão alcançados. Como gira em torno de um problema y, resolvendo o problema termina-se o projeto,

por isso mesmo é finito, tem data para iniciar e terminar, desenvolve-se dentro de um prazo pré-estabelecido. São fatores condicionantes de um projeto os recursos disponíveis para sua execução, tanto de ordem financeira quanto material e pessoal.

O trabalho com projetos está presente em empresas, organizações não governamentais e outros grupos humanos. O crescimento de atividades desenvolvidas por meio de projetos deve-se ao fato de seus resultados serem alcançados com mais eficiência do que se as soluções para um problema fossem buscadas com simples atividades rotineiras. Atividades de rotina são aquelas atividades funcionais, também chamadas operacionais. Em uma empresa são a emissão de documentos, registro do controle de presença ou ausência de funcionários, reuniões, atualização de bancos de dados e muitas outras atividades desse tipo, geralmente burocráticas. Em uma sala de aula são o registro de presença ou falta do aluno, das notas bimestrais, dos conteúdos ministrados diariamente; incluindo também, embora não devessem, alguns tipos de comportamento por parte do professor: entra na sala, escreve conceitos no quadro, “explica-os” para os alunos, passa exercícios, corrige-os e vai embora. Essa rotina não só não resolve os problemas de ensino e de aprendizagem como também os agrava e cria novos outros. O trabalho com projetos tem uma dimensão completamente diferente: analisa, prevê, propõe, executa, inova...

Na área educacional tem-se intensificado o trabalho com projetos, desenvolvidos tanto por instituições escolares como por empresas privadas e outras organizações. Muitas empresas têm investido na elaboração de projetos educacionais voltados principalmente para o meio ambiente, focando sua preservação, ou, em alguns casos, a recuperação. Dentro das escolas a pedagogia de projetos tem abordado problemas de aprendizagem, e, devido aos resultados satisfatórios a que se tem chegado, torna-se cada vez mais presente nas ações pedagógicas dos professores.

Com relação à diferença da práxis por meio de projetos de outras práticas desenvolvidas na escola e de outros tipos de projetos, pode-se dizer que

Projeto educacional é um empreendimento de duração finita, com objetivos claramente definidos em função de problemas, oportunidades, necessidades, desafios ou interesses de um sistema educacional, de um educador ou grupo de educadores, com a finalidade de planejar, coordenar e executar ações voltadas para a melhoria de processos educativos e de formação humana, em seus diferentes níveis e contextos (MOURA e BARBOSA, 2007, p. 23).

Além das características já explicitadas sobre projetos, ao projeto educacional também acrescenta-se o caráter humano formativo. Nesse sentido, dependendo dos objetivos pretendidos, Moura e Barbosa (2007) estabelece cinco tipologias de projetos educacionais, a saber:

- ⇒ Projetos de intervenção: podem ser desenvolvidos por outras instituições que não seja a escola e em outros contextos que não sejam os escolares. Procura acrescentar positivamente mudanças nas estruturas organizacional e operacional do sistema;
- ⇒ Projetos de pesquisa: busca a produção de novo(s) conhecimento(s) a partir de determinado(s) problema(s);
- ⇒ Projetos de desenvolvimento: visa implantar ou produzir novas atividades, serviços ou produtos. Exemplos: produção de materiais didáticos;
- ⇒ Projetos de ensino: são voltados a uma ou mais disciplinas do currículo escolar com o propósito de melhorar o processo de ensino-aprendizagem de conteúdos específicos dessa(s) disciplina(s). É desenvolvida pelo professor;
- ⇒ Projetos de trabalho: tem basicamente os mesmos predicativos dos projetos de ensino, contudo, é desenvolvido por alunos sob a coordenação do professor.

Nenhum projeto educacional pode ser classificado unicamente em uma dessas tipologias. Um mesmo projeto pode ter a característica de outros, todavia, a atividade que se sobressai em relação às demais é a que serve para classificá-lo. Por suas características, nos interessa, neste artigo, tratar dos projetos de trabalho, pois nele se enquadram as atividades de modelagem matemática, sendo conduzidos sob a orientação da pedagogia de projetos, ou vice-versa.

3. Modelagem matemática no ensino de matemática

Segundo Bienbengut & Hein (2007, p. 11) a idéia de modelagem “[...] suscita a imagem de um escultor trabalhando com argila, produzindo um objeto - o modelo”. Com essa idéia inicial já se percebe que o trabalho com modelagem é dinâmico, envolve planejamento conjunto dos sujeitos modeladores e exige criatividade e dedicação para se chegar ao modelo.

Bassanezi (2006, p.19), por sua vez afirma que “Quando se procura refletir sobre uma porção da realidade, na tentativa de explicar, de entender ou de agir sobre ela, o processo usual é selecionar no sistema argumentos ou parâmetros considerados essenciais e formalizá-los através de um sistema artificial: o modelo”. Em relação à modelagem, diz que “[...] é um processo

dinâmico utilizado para obtenção e validação de modelos matemáticos” (*idem*).

Segundo Burak (1992, p.62) a modelagem matemática “[...] constitui-se em 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 previsões e tomar decisões.”

Portanto podemos inferir que, vista dessa perspectiva – como instrumento de interpretação da realidade e de ação sobre ela – não se trata de uma idéia nova e, indo mais adiante nesta inferência, pode-se afirmar que ela esteve presente em todo o processo de construção do conhecimento matemático. Para Espírito Santo et al. (2006), o marco inicial do processo de modelagem – ainda que não denominada como tal – foi a Idade Moderna, embora reconheçam que se pode percebê-la de forma embrionária em tempos anteriores.

Atualmente a modelagem se configura como um método científico bastante usado por ciências naturais como a Física, a Astrofísica, a Química e a Biologia, cujos avanços em termos de pesquisa podem ser comprovados nas últimas décadas.

Segundo Bassanezi (2006, p. 16),

[...] a modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. [...] pressupõe **multidisciplinaridade**, e que, nesse sentido, vai ao encontro das **novas tendências** que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa [grifos nossos].

Nas palavras de Bassanezi, podemos perceber marcas de um pensamento pós-moderno, com vistas à superação do pensamento newtoniano-cartesiano¹, embora, como salientam Espírito Santo et. al. (2006), a modelagem tenha seu marco inicial na Idade Moderna, ou seja, no seio de um paradigma de racionalidade técnica. Essa questão não se configura em um problema a ser discutido no presente texto, no entanto, as palavras de Levy (2007, p. 2-3) nos parecem pertinentes no sentido de dar esclarecimentos de cunho geral à questão quando afirma que

A modelagem matemática diz respeito, originalmente, a procedimentos identificados com o paradigma da modernidade, mas também pode ser utilizada como recurso de pesquisa na perspectiva do corpo de idéias que ora emerge em oposição e em complemento aos princípios do modernismo cartesiano, bem como, por esse motivo, constituir-se em recurso potencialmente útil quando se desejar implementar o ensino e a

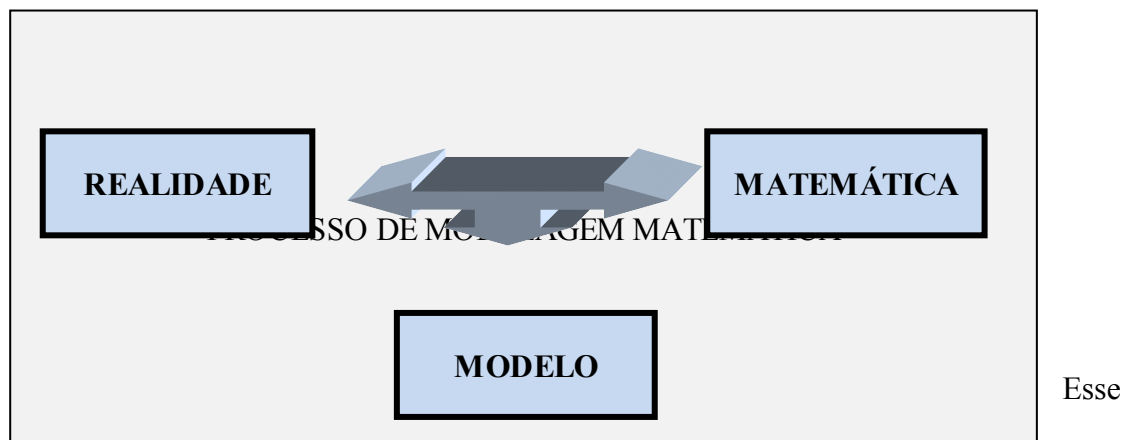
¹ Baseado na fragmentação e no determinismo.

aprendizagem de ciências e matemática sintonizados com a chamada epistemologia emergente.

Trataremos a partir de agora de aspectos da modelagem matemática no âmbito da Educação matemática podendo ser adotada como metodologia de ensino e caracterizando-se, *a priori*, pelo diálogo entre os pares, pelo planejamento, pela pesquisa e pela autonomia dos estudantes no processo de modelação. A figura do professor-especialista que detém todo o conhecimento (“construído por mentes privilegiadas”) não tem sentido quando se trabalha com modelagem, ele deve assumir a postura de orientador/coordenador das atividades e não precisa necessariamente ser conhecedor de todos os assuntos que o tema possa trazer à sala de aula. Os alunos se encarregarão de pesquisar e coletar as informações necessárias à modelação do problema.

A modelagem matemática, usada como metodologia de ensino, tem a pretensão de fazer com que a matemática interaja com a realidade ao produzir o modelo, que representa uma aproximação do objeto pesquisado. Biembengut & Hein (2007, p. 13) apresentam um esquema para ilustrar o processo de modelagem (Figura 01), que, segundo esses autores, pode ser adaptada para práticas pedagógicas que tenham concepções semelhante – de interagir com a realidade e com outras disciplinas além da matemática.

Figura 01: Processo de modelagem proposto por Biembengut & Hein (2007)



processo de modelação é feito por etapas. Bassanezi (2006) sugere que após a escolha do tema/problema a ser estudado o trabalho com modelagem seja organizado da seguinte forma:

1) *Experimentação*, que consiste na obtenção dos dados; 2) *Abstração*, que deve levar à formulação dos modelos através da seleção de variáveis, da formulação de hipóteses, da formulação de problemas e simplificação do sistema para restringir a quantidade de variáveis de modo que o problema seja tratável; 3) *Resolução*, que é a obtenção do modelo com a tradução da linguagem natural das hipóteses para uma “linguagem matemática coerente”²; 4) *Validação* é o ato de aceitação ou rejeição do modelo conforme o grau de aproximação que ele tem do objeto de estudo; e 5) *Modificação*, que consiste em reelaborar ou melhorar o modelo sob novas hipóteses/dados no intuito de aumentar o grau de aproximação.

Biembengut & Hein (2007, pp. 13-14) apresentam somente três etapas, para modelação de uma situação da realidade, a saber: 1) *Interação*, que consiste em fazer o reconhecimento da situação-problema e familiarização com o assunto a ser modelado; 2) *Matematização*, caracterizada pela formulação e resolução do problema em termos do modelo; e 3) *Modelo matemático*, que será a interpretação da solução e validação do modelo. Nessa proposta, se o modelo não atender às necessidades do problema que as geraram, o processo deve ser retomado à segunda etapa, mudando ou ajustando hipóteses e/ou variáveis.

Diante dessas sugestões acerca das etapas de modelação de uma situação problemática por meio da pesquisa, fica evidente que a modelagem matemática pode ser usada como metodologia de ensino-aprendizagem de matemática. Biembengut e Hein (2007, p. 18) afirmam que a modelagem matemática pode ser aplicada desde as séries iniciais até pós-graduação³ e acrescentam que seus objetivos como estratégia de ensino são:

Aproximar uma outra área do conhecimento da Matemática; enfatizar a importância da Matemática para a formação do aluno; despertar o interesse pela Matemática ante a aplicabilidade; melhorar a apreensão dos conceitos matemáticos; desenvolver a habilidade para resolver problemas; e estimular a criatividade.

Burak (1987) por sua vez, afirma que:

[...] Com essa prática educativa procura-se, através da ação do ‘fazer’, chegar ao ‘saber’, fazendo da modelagem, com sua filosofia e seu

² O modelo matemático obtido não representa com exatidão o objeto de estudo, mas é uma aproximação da realidade. O grau de aproximação é que definirá a validação desse modelo. A matemática tende a redefinir sua nova identidade, deixando de lado a característica de exatidão.

³ Como exemplo, ver FRANCHI (1983).

método, uma ação concreta na tentativa de amenizar esta crise no ensino da matemática que, há muito, se encontra na dependência do ‘saber’ para ‘fazer’ (1987, p. 14).

Skovsmose⁴ (cf. BARBOSA, 2007) conceitua a modelagem matemática como um ambiente de aprendizagem “[...] em que os alunos são convidados a investigar, por meio da matemática, situações com referência na realidade” (p. 161). Machado Junior (2005), Cunha (2008) e Chaves e Espírito Santo (2007), dentre outros, concebem a modelagem como processo gerador de um ambiente de aprendizagem.

Como podemos observar, não existe consenso sobre o conceito de modelagem matemática no campo da educação matemática, fato comprovado por BEAN (2001, p.56) em levantamento bibliográfico sobre pesquisas com modelagem. Segundo esse pesquisador, “[...] tanto na fala de educadores, como na literatura nacional e internacional, esta falta de clareza, reside em parte, na complexidade de transferir ou adaptar a atividade do modelador (matemático, engenheiro, biólogo, etc.) ao campo do ensino de matemática onde atua o professor de matemática”.

A nosso ver, isso não se caracteriza como ponto negativo e sim como ganho em termos de pesquisa, pois proporciona liberdade para cada professor, juntamente com seus alunos, desenvolverem seus próprios projetos de modelagem de acordo com suas realidades socioeconômicas dentro da organização espaço-tempo das escolas e, principalmente adequando à estrutura cognitiva dos estudantes.

A versatilidade da modelagem no ensino-aprendizagem permite a convivência com aspectos como a criatividade/imprevisibilidade. Isto é possível porque o conteúdo matemático vai sendo elencado pelo tema em estudo – fora da seqüência tradicional dos livros didáticos – dando significado aos conhecimentos prévios dos estudantes e requerendo novos conceitos a serem incorporados durante o processo, sempre que o ferramental matemático necessário à continuidade/desenvolvimento do tema seja suscitado (BIEMBENGUT e HEIN, 2007, p.21).

A própria questão do espaço-tempo e da organização curricular das escolas públicas

⁴ O professor dinamarquês Ole Skovsmose é um dos principais responsáveis pela divulgação do movimento da Educação matemática crítica. Com referências em Paulo Freire, além de outros autores, ele questiona as práticas pedagógicas tradicionais que tem ênfase excessiva na resolução de exercícios e aponta o trabalho com projetos - que, no Brasil, conhecemos como modelagem matemática na educação matemática – como um dos caminhos para se promover uma educação matemática voltada para a construção da cidadania, tendo como centro de suas discussões a questão da democracia. Skovsmose também desenvolveu diversos conceitos importantes para interpretar processos de aprendizagem, como cenários de investigação, *foreground* dos estudantes e guetorização. A quem interessar o aprofundamento na questão remetemos a Skovsmose (2001).

brasileiras, apontadas por muitos professores como obstáculos para a implementação da modelagem, podem se tornar temas de investigação, uma vez que o próprio MEC, tratando de orientações curriculares para o ensino médio, propõe a modelagem matemática como um dos caminhos para se trabalhar matemática na escola básica (BRASIL, 1999, p.84).

Biembengut e Hein (2007) sugerem que para implementar a modelagem em sua prática docente o professor deve fazer primeiramente um levantamento socioeconômico de seus alunos. Caso estes disponham de tempo disponível para realizarem trabalhos extraclasse, deve ser planejado como será desenvolvido o conteúdo programático, como se dará a orientação desses alunos na realização de suas tarefas/pesquisas, e principalmente, como será realizada a avaliação do processo.

Para Barbosa (2003), a execução, em sala de aula, do processo de modelagem se resume em três possibilidades – casos de Barbosa – que não devem ser entendidos neste texto como prescrições, mas como formas que podem acontecer mediante a implementação da modelagem nas aulas de matemática diante da experiência do professor com tal recurso pedagógico. No primeiro caso, o professor se encarrega da elaboração da situação-problema, da simplificação e da coleta de dados. A resolução do problema é executada em colaboração: professor e alunos. No segundo caso, apenas a primeira etapa, a elaboração da situação-problema, é executada somente pelo professor, as demais – simplificação, coleta de dados e resolução – envolvem professor e alunos colaborativamente. Já no terceiro caso, todas as etapas do processo são realizadas tendo os alunos como sujeitos do processo.

Os casos de Barbosa estão relacionados com a vivência dos sujeitos no desenvolvimento de projetos de modelagem nas aulas de matemática e, como podemos observar, à medida que diminuem as tarefas do professor no processo, aumentam o número de tarefas que cabem aos alunos executar. Essa inversão aumenta a responsabilidade dos alunos no próprio processo de aprendizagem, uma vez que são envolvidos na escolha do tema, no planejamento das atividades de coleta de dados, na elaboração/resolução do problema, etc. A tendência desse processo é o envolvimento de professor e alunos numa relação dialógica, como pares de um processo democrático e propício à construção de um saber mais significativo para o exercício da cidadania. Isso implica, numa concepção freireana, que as atitudes autoritárias que dicotomizam quem ensina e quem aprende deixem de fazer sentido.

O ensino de matemática mediado por modelagem matemática requer do aluno capacidade

para trabalhar em grupo, capacidade para utilizar recursos tecnológicos (computadores, máquinas de calcular etc.), capacidade para enfrentar e solucionar problemas e sólida formação matemática, além de aspectos subjetivos como participação, assiduidade, cumprimento de tarefas e espírito comunitário (BIEMBENGUT e HEIN, 2007). Todos esses aspectos podem ser avaliados pelo professor no decorrer do processo.

A modelagem matemática, enquanto metodologia de ensino-aprendizagem no campo da educação matemática, tem sido defendida por muitos pesquisadores em vários países, inclusive no Brasil, como uma tendência promissora no sentido de melhorar as habilidades dos alunos com a matemática e motivar os educadores-matemáticos a modificar sua prática docente. Para que isso ocorra, é necessário que o professorado assuma uma postura crítico-reflexiva sobre seu papel de educar e se habitue a pesquisar as problemáticas que perpassam a ação de ensinar matemática.

Vale ressaltar que, para implementar modelagem matemática no desenvolvimento do conteúdo programático do currículo vigente, são necessárias algumas adaptações devido à filosofia fragmentada tanto das disciplinas quanto do tempo das aulas. Portanto, é imprescindível observar número de alunos das turmas, horário das aulas, disponibilidade dos alunos para trabalhos extraclasse, grau de conhecimento matemático, etc. Enfim, devem ser feitas ponderações, diagnósticos e, principalmente, planejamento.

A modelagem matemática, por suas características e associadas a outras formas de trabalho, como a pedagogia projetos, pode revelar-se realmente como um diferencial no ensino da matemática, pois, distanciada do tecnicismo e de pressupostos autoritários da relação professor-aluno, pode contribuir substancialmente para avanços qualitativos em um ensino de matemática mais significativo para os estudantes, enquadrando-se no pensamento emergente⁵, fundamentado na transversalidade, na interdisciplinaridade e na contextualização.

Levy (2007, p. 11), afirma que as atividades em que se utiliza o método experimental de pesquisa, composto basicamente por “[...] ‘tema/problema, hipóteses explicativas, testagem/verificação e conclusão’, se acrescidas da consciência de criatividade/criticidade, de interacionismo, de contextualização, de transversalidade e, em escala última, de transdisciplinaridade” podem coadunar-se com o padrão emergente de pensamento mediante atuação de um professor reflexivo e pesquisador da própria prática.

⁵ Edgar MORIN (2003; 1998), Boaventura de Sousa SANTO (2006) e Fritjof CAPRA (1988) são nomes que afirmam que estamos vivendo num período de revolução científica e defendem, cada um a seu modo, a emergência de um novo paradigma.

4. Os projetos de trabalho: teoria do ensino e da educação

Os projetos de trabalho têm sido amplamente difundidos por pesquisadores da área educacional e possuem basicamente duas vertentes teóricas: uma vinculada a pesquisadores do Instituto Nacional de Pesquisas Pedagógicas da França – INRP, e outra ligada às teorias do espanhol Fernando Hernández. Ambas procedentes de teóricos como Freinet, Dewey, Decroly, Bruner, Kilpatrick e Ausubel (cf. GIROTTTO). Adotamos como marco teórico neste trabalho as idéias difundidas pela segunda vertente.

Para Hernández (2000; 1998), os projetos de trabalho se pautam sobre uma concepção de ensino cuja finalidade está assentada na compreensão por parte do aluno sobre aquilo que é levado a investigar, sobre problemas ao qual se debruça para resolvê-los. Compreender, para este autor, situa-se além do mero acesso à informação pelo indivíduo. A compreensão tem a ver com a capacidade de processar a informação, de buscar explicações para o fenômeno e propor hipóteses para fatos e pluralidade de pontos de vista.

Esse enfoque vai de encontro a posturas pedagógicas em que a ênfase do ensino centra-se no produto alcançado. Pelo contrário, o ensino baseado na compreensão direciona o foco de interesse para o processo muito mais do que para o resultado.

Hernández (2000; 1998) faz algumas ressalvas sobre os projetos de trabalho. Primeiro, ele salienta que os projetos de trabalho não são um método de ensino; segundo, que nem tudo pode ser caracterizado como um projeto de trabalho.

Os projetos de trabalho são uma forma alternativa de levar-se à compreensão. A sua finalidade reside em fazer os alunos compreenderem o problema que pesquisam. Segundo ele, porém, esse equívoco que deturpa o real sentido do uso dos projetos de trabalho tem origens em algumas crenças e pontos de vistas já antigos sobre ensino e aprendizagem. Ele assinala possíveis respostas para essa transformação (HERNÁNDEZ, 1998).

Tal inversão seria oriunda de uma crença de caráter tecnológico e instrucional que trata a educação como um conjunto de regras as quais, seguindo-as metodicamente, se garante uma aprendizagem “correta e adequada” pelo aluno. O resultado final é o produto de um algoritmo rigorosamente seguido.

Além disso, os projetos de trabalho como um método refletem a busca por segurança e ordem no trabalho profissional, fruto de uma concepção de mundo e de saber estáveis e estáticos. O método, portanto, asseguraria a implantação de uma filosofia de ensino que organiza o ensino e

a aprendizagem sem dar margens para incertezas. É uma visão de percurso linear de conhecimento determinado por um especialista que tem condições de dizer seguramente o que se deve fazer em sala de aula. Seria uma forma de evitar a imprevisibilidade.

O autor destaca ainda que essa pseudo-idéia pode estar ligada ao modismo que geralmente chega às escolas: inovar a prática pedagógica.

Além disso, Hernández (2000; 1998) salienta que o ensino baseado na compreensão é o que sustenta os projetos de trabalho como uma opção política de transformação da escola, sendo eles a base da organização do currículo da instituição escolar, e não simplesmente uma forma alternativa de abordagem de um conteúdo. Eis alguns aspectos elencados por ele que superam a visão dos projetos de trabalho como um algoritmo: a) inexistência de uma sequência metódica única e geral para todos os projetos, cada projeto, embora envolva a mesma temática de pesquisa, pode assumir um percurso diferente; b) o desenvolvimento de um projeto não é linear nem totalmente previsível; c) não só o aluno aprende, mas também o professor; d) cada projeto é inédito e não pode ser reaplicado em outra(s) situação(ões) de ensino; e) rompe com a idéia de progressão do mais fácil ao mais difícil na abordagem do ensino; e, f) questiona que o todo seja compreendido com o tempo a partir do ensino das partes.

Por isso mesmo acreditamos se tratar de uma *pedagogia*. Não é uma teoria de um método, mas uma teoria da educação e do ensino que tem como princípio uma visão de educação não compartimentalizada, fragmentada como bem salienta Hernández. Convergem para essa visão de totalidade do conhecimento as idéias de alguns autores contemporâneos como Morin (2003; 1998), Santos (2006) e Capra (1988) que acreditam que o todo⁶ é muito mais que somar as partes separadas desse todo.

Morin (1998) entende que o conhecimento não pode ser sistematizado a partir do trato com informações desconexas, justapostas umas sobre as outras. Reside nesse fator a sua crítica e a partir delas expõe a sua *teoria da complexidade*: o conhecimento está baseado na desordem, na ambigüidade (MORIN et al., 2003). De acordo com ele, é preciso pensar o conhecimento do ponto de vista da complexidade, que é processado por três princípios operadores, dentre eles, o dialógico, que prevê a interação entre as partes que se apresentam separadas, a interdependência entre o que aparentemente são opostos.

⁶ O todo seria o conhecimento de algo, de um fenômeno, um fato etc. em sua totalidade. Por exemplo: saber o que é uma equação não é simplesmente conhecer os operadores de adição, subtração, multiplicação, divisão e o sinal de igualdade, mas saber que funções estes desempenham quando integrados na equação, que poderá ser uma fórmula.

No paradigma emergente (SANTOS, 2006), o paradigma de um conhecimento prudente para uma vida decente, a totalidade é um conhecimento interdisciplinar que caminha para a transdisciplinaridade, possibilitando o avanço do conhecimento.

Hernández questiona a previsibilidade demasiada existente no método e defende uma postura de ensino voltado para um conhecimento globalizado, que encontra amparo sólido nos projetos de trabalho. Morin, bem como Santos e Capra, entendem que o conhecimento é uma rede de ligações, e, portanto, impossível concebê-lo como um fenômeno estanque. Ou seja, os projetos de trabalho se apresentam como uma pedagogia assentada nesse pensamento epistemológico sobre o conhecimento.

Do mesmo modo, Araújo (2008) acredita que referenciais teóricos como os da complexidade, da transversalidade, do construtivismo e outras que colocam o aluno como protagonistas da produção de novos conhecimentos são um caminho promissor para desenvolver um currículo que vai de encontro ao tradicionalmente experimentado pelas escolas.

Quanto à possível confusão de outras atividades de ensino com projetos de trabalho, Hernández (1998) afirma o que não pode ser considerado como um projeto de trabalho: a) um simples processo descritivo que se desenrola por meio de um tema; b) um caminho expositivo sem a existência de problematizações e sem um fio condutor; c) um processo no qual o professor está protagonizando todas as decisões e é o único possuidor da verdade do saber; d) um tema explorado de forma linear baseado em uma sequência fechada e exclusiva de passos a partir de informações extraídas dos livros-texto; e) uma atividade em que o docente apresenta para os alunos respostas para aquilo que ele já sabe; f) uma apresentação de disciplinas escolares; e, g) a transformação em matéria de estudo aquilo que os alunos gostam e lhe chama a atenção.

Eis o que ele afirma que poderia ser um projeto de trabalho:

1. Um percurso por um tema-problema que favorece a análise, a interpretação e a crítica (como contraste de pontos de vista).
2. Onde predomina a atitude de cooperação, e o professor é um aprendiz, e não um especialista (pois ajuda a aprender sobre temas que irá estudar com os alunos).
3. Um percurso que procura estabelecer conexões e que questiona a idéia de uma versão única da realidade.
4. Cada percurso é singular, e se trabalha com diferentes tipos de informação.
5. O docente ensina a escutar; do que os outros dizem, também podemos

aprender.

6. Há diferentes formas de aprender aquilo que queremos ensinar (e não sabemos se aprenderão isso ou outras coisas).
7. Uma aproximação atualizada aos problemas das disciplinas e dos saberes.
8. Uma forma de aprendizagem na qual se leva em conta que todos os alunos podem aprender, se encontrarem o lugar para isso (HERNÁNDEZ, 1998, p. 82).

Os projetos de trabalho assumidos como uma postura pedagógica não pode perder de vista alguns aspectos fundamentais, quais sejam: a) um projeto envolve complexidade e resolução de problemas, possibilitando a análise, a interpretação e a crítica por parte dos alunos; b) o envolvimento, a responsabilidade e a autoria dos alunos são fundamentais em um projeto; c) a autenticidade é uma característica fundamental de um projeto; e, d) um projeto busca estabelecer conexões entre vários pontos de vista, contemplando uma pluralidade de dimensões (MEC, 1998).

Constata-se, pois, que os temas-problema são o ponto de partida para o desenvolvimento de um projeto de trabalho e podem surgir tanto de uma dificuldade que o aluno apresente em sala de aula quanto de sugestões de temas pelo docente. Tanto em uma quanto em outra o importante é instigar no aluno a curiosidade, o interesse pela pesquisa e a formação de atitudes críticas. Para isso, se faz necessário que o professor se coloque também na condição de aprendiz, e isso pressupõe cooperação e o reconhecimento de que o percurso pode ser planejado, mas impossível de ser, via de regra, determinado *a priori*. Do mesmo modo, aprender requer lançar mão de múltiplas informações de diferentes maneiras, estruturadas na singularidade do processo e na formação de atitudes baseadas na escuta do que o outro tem a dizer.

Hernández e Ventura (1998) afirmam que os projetos de trabalho podem ser desenvolvidos em qualquer nível de ensino, do fundamental ao superior.

Algumas experiências, de fato, evidenciam a riqueza formativa dessa forma de ensinar, além de exemplificar a pluralidade de temas que podem ser abordadas por meio dela.

Araújo (2008) relata uma experiência em usar a Declaração Universal dos Direitos Humanos para verificar a viabilidade da implantação dos projetos de trabalho como vetor da reorganização do tempo e do espaço escolar. Para a autora, os resultados mostraram o potencial da proposta, além de apontar estratégias e procedimentos para sua implementação. Em Soares

(2004) a viabilidade da pedagogia de projetos foi experienciada e comprovada como viável para uso efetivo em sala de aula. Outras experiências semelhantes são apontadas por Coppelmans-Eussen et al., Giroto e Vieira (2006).

A versatilidade da pedagogia de projetos aparece também em trabalhos como os de Richter (2003) e de Fleming e Luz (2001), vão desde às aulas de língua portuguesa às aulas de matemática dos cursos de graduação em engenharia.

5. Projetos de trabalho e modelagem matemática: aspectos comuns e potencialidades

Hernández (2000), relaciona algumas características dos projetos de trabalho com outras estratégias de ensino. Esse reconhecimento de intersecções aponta nitidamente aspectos da modelagem matemática. Vejamos:

- ⇒ Vão além dos limites curriculares (tanto das áreas como dos conteúdos).
- ⇒ Implicam a realização de atividades práticas.
- ⇒ Os temas selecionados são apropriados aos interesses e ao estágio de desenvolvimento dos alunos.
- ⇒ Realizam-se experiências de primeira mão, como visitas, a presença de convidados na sala de aula, etc.
- ⇒ Deve ser feito algum tipo de pesquisa.
- ⇒ É necessário trabalhar estratégias de busca, organização e estudo de diferentes fontes de informação.
- ⇒ Implicam atividades individuais, grupais e de classe, em relação às diferentes habilidades e conceitos que são apreendidos (p. 181).

Moura e Barbosa (2007) estabelecem cinco fases que não são fixas, mas que geralmente norteiam o desenvolvimento de um projeto. São elas: 1) *Inicialização*: desenvolvimento da visão geral do projeto; 2) *Planejamento*: definição de objetivos, resultados esperados, recursos, prazos; 3) *Execução*: organização, coordenação e direção de equipes; 4) *Controle*: acompanhamento de execução; e 5) *Encerramento*: avaliação. Cada uma dessas fases estão interligadas. São processos interconectados ou por seus produtos ou por seus resultados. O esquema da figura 2, a seguir, é ilustrativo dessa subdivisão.

Figura 02: Esquema proposto por Moura e Barbosa (2007) para as fases de um projeto



O esquema proposto acima evidencia o momento em que cada fase acontece e suas relações com as outras, mostra também a importância do controle sobre as demais etapas do processo de educar com projetos. Desde o planejamento faz-se necessário dispor de mecanismos que façam com que o coordenador tenha uma noção exata do transcorrer do processo, e, para isso, o plano é crucial. Assim, se na execução for detectado problemas, a existência do plano permite retornar a uma fase inicial do planejamento e procurar a origem de possíveis falhas possibilitando a reorientação do projeto se necessário for. Contrastando essas fases da elaboração de projetos, na visão de Moura e Barbosa (2007), com as de modelagem matemática, de Bassanezi (2006), temos o seguinte quadro comparativo:

Figura 03: Comparativo entre as fases da Modelagem Matemática com as da Pedagogia de Projetos

1. Experimentação ⇒ Obtenção dos dados ⇒ Estudo inicial do assunto que envolve o problema 2. Abstração ⇒ Formulação dos modelos através da seleção de variáveis e de hipóteses ⇒ Seleção de variáveis de modo a melhorar o tratamento do problema 3. Resolução ⇒ Obtenção do modelo com a tradução da linguagem natural das hipóteses para uma “linguagem matemática coerente 4. Validação ⇒ Aceitação ou rejeição do modelo conforme o grau de aproximação que ele tem do objeto de estudo 5. Modificação ⇒ Reelaboração ou melhoramento do modelo ⇒ Criação de novas hipóteses no intuito de aumentar o grau de aproximação, se preciso	1. Inicialização ⇒ Identificação e definição do problema ⇒ Definição do que o projeto vai realizar e sua abrangência 2. Planejamento ⇒ Descrição das atividades e tarefas necessárias ao desenvolvimento do projeto ⇒ Refinamento e detalhamento criterioso do projeto 3. Execução ⇒ Organização do trabalho em equipes ⇒ Resolução de conflitos e problemas ⇒ Garantia de acesso aos recursos 4. Controle ⇒ Verificação das atividades para saber se ocorrem conforme o plano ⇒ Redistribuição de atividades e medidas de correção, caso haja necessidade 5. Encerramento ⇒ Verificação e análise dos resultados ⇒ Divulgação dos resultados
---	--

As etapas de estruturação de um projeto com a modelagem matemática são, de certo modo, semelhantes e servem para orientar o desenvolvimento das atividades. Tanto uma quanto a outra só tem seus objetivos determinados após o reconhecimento ou delimitação da situação-problema, que serve para estimular a abstração necessária para elaborar o planejamento, a sua fase inicial, haja vista este ser constante. As atividades e tarefas, então, passam a ser executadas tendo por base o trabalho em equipes, sendo os resultados submetidos a uma avaliação, a um julgamento de valor, que determinará se o projeto ou a modelagem alcançaram o êxito pretendido.

Certo conteúdo de matemática pode ser trabalhado por meio de um projeto de trabalho ou por meio de modelagem. A modelagem pode ser feita por meio de um projeto de trabalho se a obtenção do modelo matemático for o objetivo maior do trabalho, mas também pode ser apenas uma das etapas do projeto de trabalho se este for concebido como uma atividade que queira obter outros produtos que não sejam exclusivamente o modelo matemático.

Projeto e modelagem matemática acontecem por conta de problemas pontuais, específicos de um momento ou de uma atividade de ensino, não são atividades desenvolvidas diariamente. É claro que tais atividades estão presentes em maior ou menor grau em algumas escolas do que em outras, alguns professores lançam mão regularmente de tais recursos enquanto outros professores sequer os conhecem. O que precisa ficar claro é que pedagogia de projetos e modelagem matemática, por suas características, não têm como serem aplicados como recursos metodológicos em todos os conteúdos de uma disciplina ou em todos os problemas de uma escola. Contudo, podem se eficazes se utilizados em problemas cuja solução requer metodologias como essas. Quando a modelagem matemática é um projeto de trabalho e quando não é?

Imaginemos que os professores de uma escola decidiram em um planejamento semestral desenvolver um estudo sobre as atividades econômicas da localidade com os alunos de 7ª série do ensino fundamental. Dentre alguns dos objetivos principais estariam obter um conhecimento mais detalhado das atividades desenvolvidas na e pela comunidade e verificar quais os principais conhecimentos matemáticos que são usados pelas pessoas em tais atividades. O professor de matemática, então, propõe construir, com seus alunos, expressões algébricas que representem as relações de compra e venda, pagamento, fabricação de produto etc. A obtenção dessas expressões algébricas seriam obtidas por meio de modelagem matemática. Nesse caso, a modelagem matemática é uma das atividades integradoras do rol de trabalhos propostos pelo projeto maior

“O estudo das atividades econômicas da localidade X”, mas não é o projeto de trabalho.

Suponhamos agora que o professor de matemática, para introduzir o estudo das estruturas algébricas, decidisse usar a modelagem matemática para começar o estudo com as expressões algébricas usando como tema para pesquisa “As atividades econômicas da localidade X”. Como objetivos principais estariam compreender as relações das incógnitas com os coeficientes numéricos das expressões algébricas e entender o que é o valor numérico de uma expressão algébrica. Esse exemplo ilustra como a modelagem matemática pode ser usada como um projeto de trabalho já que a modelagem, além de propiciar o alcance dos objetivos citados, também facilitaria a diminuição da lacuna existente quando o aluno não consegue fazer a abstração necessária para entender a relação entre letras e números na iniciação ao estudo da álgebra, um problema bem característico nas turmas de 7ª série.

“O estudo das atividades econômicas da localidade X” poderia ser desenvolvido sem o uso da modelagem matemática, seriam usadas outras atividades matemáticas. Vê-se, portanto, que um projeto de trabalho pode ter ou não a modelagem matemática fazendo parte das atividades previstas por ele, mesmo que o tema em questão diga respeito diretamente à matemática, o que não exime a possibilidade de fazer uso da modelagem matemática na pedagogia de projetos ou como sendo o próprio projeto de trabalho. Malheiros (2007, p. 12), ao tratar da distinção entre modelagem matemática e pedagogia de projetos, afirma que “Em um projeto a Matemática *pode* estar presente, mas na Modelagem ela *deve* estar presente”. A escolha por uma ou outra opção dependerá, dentre outros fatores, do conteúdo matemático em foco e do interesse do professor e dos alunos.

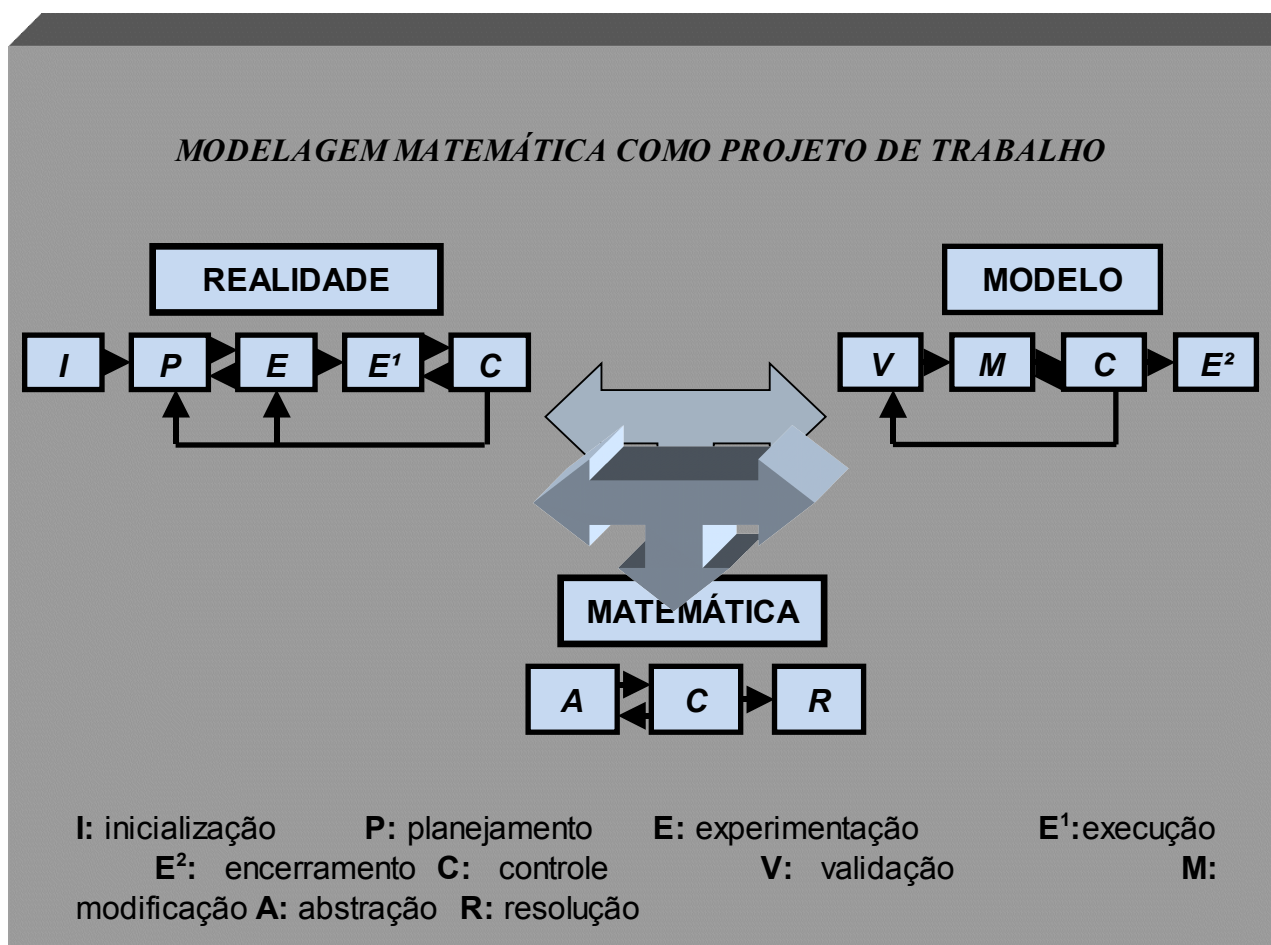
Uma das vantagens de se usar a modelagem matemática e os projetos de trabalho em atividades de ensino diz respeito à capacidade de utilizar o contexto de vida dos alunos como pontapé inicial para a abordagem ou aprofundamento de um conteúdo específico. Essa característica ajuda a desconstruir antigas posturas tradicionais que dão pouca ou nenhuma importância ao aluno, o que faz com que o dito “aprendizado” seja irrelevante para ele. O ensino por meio da pedagogia de projetos e da modelagem matemática facilita aquilo que Ausubel chama de *aprendizagem significativa*. Para o autor existe uma estrutura na mente de cada indivíduo organizada de certa forma que influencia no processo de aprendizagem. Trata-se de idéias e experiências particulares bem como de suas organizações, ou seja, são os processos nos quais se adquirem e utilizam o conhecimento. Esse conteúdo de idéias de certo indivíduo é

chamado de estrutura cognitiva, onde os conceitos são organizados de forma hierarquizada, onde elementos mais específicos são assimilados por conceitos mais gerais (AUSUBEL et al., 1980).

Basicamente essa estrutura cognitiva serve ou servirá como ancoradouro para novas idéias e informações, pois haverá um processo de interação dos conceitos relevantes da estrutura cognitiva com os novos conceitos, abrangendo e integrando o novo conceito ao mesmo tempo em que modifica os conhecimentos prévios em função dessa ancoragem.

Esses pressupostos vão ao encontro das idéias de Moura e Barbosa (2007), sobre os projetos de trabalho e a pedagogia de projetos, e de Bassanezi (2006), sobre a modelagem matemática, convergindo para o que Piaget chama de aprendizagem construtivista. Todavia, no afã de buscar a produção de um conhecimento construtivista, não se pode esquecer que o estado inicial de conhecimento do aluno bem como o contexto de vida em que este está inserido é apenas uma das preocupações que se deve ter em vista para promover uma aprendizagem construtiva. Isso deve ser tomado como motivação inicial. O aluno tem que necessariamente ser levado a reflexões metacognitivas, a pensar e a explicar o que está aprendendo. Por isso, ao preparar atividades de aprendizagem significativa ou construtivista por meio da modelagem matemática e/ou de projetos de trabalho, o professor tem que seguir alguns passos.

Figura 04: Esquema ilustrativo da relação entre as fases da modelagem matemática com as da Pedagogia de Projetos



Relacionamos na Figura 04 as etapas da elaboração de projetos pedagógicos propostos por Moura e Barbosa (2007) com as fases da modelagem matemática sugeridas por Bassanezi (2006) no esquema que propõem Biembengut e Hein (2007), desenvolvida como um projeto de trabalho.

O processo de modelagem começaria com a *abstração*, onde os alunos devem se lançar no estudo do problema podendo fazer, inclusive, a construção de hipóteses, “ensaiando” a construção do(s) modelo(s). A *resolução* completaria o ciclo do processo da modelagem, culminando com a construção dos modelos propriamente ditos.

De posse do(s) modelo(s), verifica-se, então, o quanto ele se aproxima do contexto real para saber se é/são aceitável/aceitáveis ou não, faz-se a sua *validação*. Com a conclusão chegada após a validação busca-se a *modificação*, a reelaboração e o melhoramento do(s) modelo(s), caso necessário. O *encerramento* seria o momento da socialização dos resultados com os segmentos necessários – equipes de alunos, escola, comunidade etc. – devendo ser feita uma avaliação geral pelos envolvidos que deve ter a produção de relatórios.

A confecção de relatórios estrutura-se como uma ferramenta importante no processo, pois contribui para estabelecer um controle mais efetivo das atividades por parte do professor e, principalmente, pelos alunos. Todas as etapas podem ter a participação dos alunos, desde a inicialização, por exemplo. Ninguém melhor para reconhecer um problema ou situação problemática do que o próprio aluno. Deve-se salientar que planejamento e controle são etapas constantes e que se fazem presentes na análise do plano. É no plano que se pode ter um controle e uma visão geral do processo.

Acrescenta-se que, além do conhecimento das etapas do processo de planejamento e gestão de projetos de trabalho e de atividades de modelagem matemática, os objetivos devem ser bem delimitados. Aconselha-se a não elencar muitos objetivos a serem alcançados, tampouco organizar tarefas com base em objetivos vagos, mal concebidos. Uma lista enorme de objetivos pode alongar demais o tempo de execução do projeto, o que pode ser um fator de desmotivação e fracasso, do mesmo modo que não tem como se obter um produto se não se sabe com que objetivo(s) o busca(m). É imprescindível que a equipe envolvida tenha motivação para levar o trabalho adiante, e, para isso, é preciso ter clareza nos objetivos e metas. Algumas perguntas são importantes para o planejamento das atividades: Qual é o problema que tenho que resolver? A que resultados quero chegar? Que tarefas devem ser propostas e quando elas devem ocorrer? A partir de quando deve acontecer a participação dos alunos? As atividades estão transcorrendo conforme o plano?

Todas essas perguntas são essenciais para se resolver o problema ou se obter o produto buscado por meio da modelagem matemática ou de um projeto de trabalho. Essas atividades pressupõem multidisciplinaridade e isso é um fator que deve ser convertido pelo professor como uma ferramenta para estimular a participação e a criatividade deles por meio do diálogo e da pesquisa. Desse modo, estar-se-á promovendo a autonomia do aluno, um aprendizado construtivo e significativo.

A dimensão positiva relacionada à pedagogia de projetos e à modelagem matemática são, indiscutivelmente, como apontado até aqui, propícias para se fazer uso dessas abordagens em sala de aula. Contudo, deve-se estar atento a algumas características ao se desenvolver atividades deste tipo.

Quando falamos de projetos, o fazemos pelo fato de imaginarmos que possam ser um meio de ajudar-nos a repensar e refazer a escola. Entre

outros motivos, porque, por meio deles, estamos reorganizando a gestão do espaço, do tempo e da relação entre os docentes e os alunos, e, sobretudo, porque nos permite redefinir o discurso sobre o saber escolar (aquilo que regula o que se vai ensinar e como deveremos fazê-lo) (HERNÁNDEZ, 2000, 179)

O tempo demandando e o preparo nas atividades requerem de fato uma nova forma de organizar o tempo de trabalho docente e as demais atividades da escola. Além destas, deve-se levar em conta ainda que a(s) atividade(s) pode(m) causar estranhamento nos alunos, haja vista haver a ansiedade e a preocupação com a “nota” da disciplina; aos alunos também pode ser, à primeira vista, difícil pensar, raciocinar, pois isto é muito exigido deles nesse tipo de atividade; é preciso que haja disposição por parte do professor para organizar e conduzir as atividades, o que requer flexibilidade para lidar com imprevistos; envolve mais gastos, possui maior custo; e, requer planejamento mais complexo (RICHTER, 2003; FLEMMING e LUZ, 2001).

Todavia, acreditamos que vale apostar nestas propostas, pois elas procuram “[...] formar ‘homens, não simples alunos’, entendendo que conhecimento não é informação memorizada e sim instrumento para transformar o mundo segundo uma dimensão ética que interpela a todo membro da sociedade e, ao mesmo tempo, o humaniza” (RICHTER, 2003, p. 177)

6. Considerações finais

A adoção de novas estratégias de ensino, no sentido de potencializar a aprendizagem, há muito se faz necessária para o alcance de uma educação mais significativa e eficiente diante do atual contexto educacional e das tendências que se evidenciam no panorama sócio-educativo-cultural em que estamos inseridos.

Nesse sentido, pesquisadores e educadores matemáticos devem buscar experimentar novas tendências em educação matemática que venham contribuir para uma ressignificação das práticas de ensino de matemática. Torna-se imprescindível, nessa empreitada, considerar questões que possibilitem tais práticas, como infra-estrutura (estrutura física da escola, carga horária das aulas, recursos didáticos, etc.), vontade do profissional-educador em oferecer educação de qualidade, e ainda questões relacionadas ao alunado (cognitivas e sócio-afetivas).

Gostaríamos de registrar que o simples fato de supostamente usar-se novas tendências em educação matemática desprovidas de prática de pesquisa pode não ser tão produtiva quanto

poderia ser ou quanto se queria que fosse. Cabem aos educadores que comungam ou simpatizam com as concepções de modelagem matemática e da pedagogia de projetos se habilitarem a buscar essas evidências no sentido de produzir subsídios de aperfeiçoamentos teóricos e práticos adequados as suas realidades sócio-culturais. E esse é um dos principais aspectos comuns entre pedagogia de projetos e modelagem matemática: eles não são processos estanques, portanto, estão sempre propensos a adequações, sem fugir, evidentemente, de seus objetivos iniciais (um projeto tem o término pré-determinado, bem como um processo de modelação deve tê-lo também).

Vale salientar, a respeito da modelagem matemática, que ela se enquadra também na tendência chamada de Etnomatemática, que pressupõe um enfoque epistemológico ligado a uma historiografia do sujeito, haja vista partir de uma realidade do aprendiz buscando a formalização dessa realidade em linguagem matemática. Comparando essa característica ao objetivo do desenvolvimento de um projeto pedagógico, podemos verificar que esse também visa resolver um problema do contexto real do aluno, tal qual a modelagem matemática.

Diante de todos os argumentos que se possam atribuir tanto à pedagogia de projetos quanto à modelagem matemática, há fortes indícios de que podem ser tendências eficazes no processo de ensino e aprendizagem. Muitos são contrários ou colocam obstáculos à implementação dessas práticas, principalmente pela dificuldade delas se adequarem à lógica da escola regular: programas curriculares obsoletos e fechados, dificuldade de fugir da rotina do ensino tradicional, problemas com a administração do tempo para cumprir com o programa curricular da disciplina, e dificuldade, por parte dos professores, em trabalhar com interdisciplinaridade.

Nesse sentido, devemos ponderar que nessas concepções a pesquisa abarca conceitos de outras áreas envolvendo também os alunos, cabendo ao professor a função de orientador do processo. O ensino fundamentado somente na lógica de professor-falante e aluno-ouvinte há muito não atende às necessidades de uma educação mais eficaz na tarefa de formar cidadãos críticos capazes de conviver num mundo globalizado, plural e tecnológico.

Referências

- ARAÚJO, U. F. Pedagogia de projetos e direitos humanos: caminhos para uma educação em valores. *Pro-Posições*, v. 19, n. 2 (56), p.193-204, maio/ago. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pp/v19n2/a14v19n2.pdf>. Acesso em: 10/01/2009.
- AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. *Psicologia Educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980
- BARBIER, J. *Elaboração de projetos de ação e planificação*. Porto: Porto Editora, 1993.
- BARBOSA, J. C. et al. [org's]. *Modelagem matemática na educação matemática brasileira: pesquisas e práticas educacionais*. Recife: SBEM, 2007. – (Biblioteca do Educador Matemático, v. 3).
- _____. Modelagem matemática na sala de aula. *Perspectiva*, v. 27, n. 98, jun. 2003.
- BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2006.
- BEAN, D. O que é modelagem matemática? *Educação Matemática em Revista*, ano 8, n. 9/10 abr. 2001. p. 49-57.
- BIEMBENGUT, M. S.; HEIN, N. *Modelagem matemática no ensino*. 4ª ed. São Paulo: Contexto, 2007.
- BRASIL, Ministério de Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio*. Brasília: MEC, 1999.
- BURAK, D. *Uma metodologia alternativa para o ensino de matemática na 5ª série*. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência – Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1987.
- _____. *Modelagem Matemática: ações e interações no processo de ensino-aprendizagem*. Tese de Doutorado em Educação Matemática – Universidade de Campinas, Campinas, 1992.
- CAPRA, F. O Ponto de Mutação. São Paulo: Cultrix, 1988.
- CHAVES, M. I.; ESPÍRITO SANTO, A. O. *Modelagem matemática: uma definição e várias perspectivas*. Belém: UFPA, no Prelo, 2007.
- COPPELMANS-EUSSEN, L. et al. *Educação matemática e pedagogia de projetos: trabalhando com os conceitos de planejamento no ensino fundamental*. Disponível em: <http://ccet.ucs.br/eventos/outros/egem/cientificos/cc36.pdf>. Acesso em: 25/03/2009.
- CUNHA, S. D. A Dinâmica do Ambiente gerado pela modelagem matemática na Educação de Jovens e Adultos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA – SIPEMAT. *Anais...* Recife, 2008. CD-ROM.

ESPÍRITO SANTO, A. O.; MACHADO JUNIOR, A. G.; CHAVES, M. I. A. *Modelagem na educação matemática: teoria e prática*. Belém: Ed. da UFPA, 2006.

FLEMMING, D. M.; LUZ, E. F. Projeto de trabalho nas disciplinas de matemática nos cursos de engenharia. In: Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia – COBENGE. *Anais...* Porto Alegre, 2001. Disponível em: <http://www.pp.ufu.br/Cobenge2001/trabalhos/MTE015.pdf>. Acesso em 22/03/2009.

FRANCHI, R. A. *A modelagem matemática como estratégia de aprendizagem do Cálculo Diferencial e Integral nos cursos de engenharia*. Dissertação de Mestrado em Educação para a Ciência - Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Rio Claro, 1983.

FREIRE, P. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. 15ª ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

_____. *Pedagogia do oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GIROTTI, C. G. G. S. *A (re)significação do ensinar-e-aprender: a pedagogia de projetos em contexto*. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2003/A%20resignificacao%20do%20ensinar.pdf>. Acesso em: 15/03/2009.

HERNÁNDEZ, F. Três projetos de trabalho para a compreensão de cultura visual. In: *Cultura visual, mudança educativa e projeto de trabalho*. Porto Alegre: ArtMed, 2000. p. 175-249.

_____. *Transgressão e mudança na educação: os projetos de trabalho*. Porto Alegre: ArtMed, 1998.

_____.; VENTURA, M. Os projetos de trabalho: uma forma de organizar os conhecimentos escolares. In: *A organização do currículo por projetos de trabalho: o conhecimento é um caleidoscópio*. Porto Alegre: ArtMed, 1998. p. 61-83.

LEVY, L. F. Modelagem Matemática no ensino-aprendizagem: atravessando-se paradigmas. In: V CONFERÊNCIA NACIONAL SOBRE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA. *Anais...* Ouro Preto, 2007. CD-ROM.

LIBÂNEO, J. C. *Didática*. São Paulo: Cortez, 1994.

MACHADO JUNIOR, A. G. *Modelagem matemática no ensino-aprendizagem: ação e resultados*. Dissertação de Mestrado em Educação em Ciências e Matemáticas – Universidade Federal do Pará, Belém, 2005.

MALHEIROS, A. P. S. Modelagem matemática e pedagogia de projetos: possíveis interseções. In: IX Encontro Nacional de Educação Matemática – ENEM. *Anais...* Belo Horizonte, 2007. Disponível em: http://www.sbem.com.br/files/ix_enem/Comunicacao_Cientifica/Trabalhos/CC25941745800T.rtf. Acesso em: 10/06/2009.

MAXIMIANO, A. C. A. *Administração de projetos: transformando idéias em resultados*. São Paulo: Atlas, 1997.

MEC – Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação à Distância. Projetos de trabalho. In: *Cadernos da TV Escola: PCN na Escola*, n. 3, p. 57-93, Brasília, 1998.

MENEGOLLA, M. e SANT'ANNA, I. M. *Por que planejar? Como planejar?* Currículo – Área – Aula. 13ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2003. - (Coleção Escola em Debate).

MORIN, E. [et al.]. *Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem no erro e na incerteza humana*. São Paulo: Cortez, 2003. - (UNESCO).

_____. *Ciência com consciência*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998.

MOURA, D. G.; BARBOSA, E. F. *Trabalhando com projetos: planejamento e gestão de projetos educacionais*. 2ª ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

PADILHA, P. R. *Planejamento dialógico: como construir o Projeto Político Pedagógico da escola*. 6ª ed. São Paulo: Cortez, Instituto Paulo Freire, 2006 – (Guia da Escola Cidadã; v. 7).

RICHTER, M. G. Pedagogia de projeto: da gramática à comunicação. *Linguagem & Ensino*, v. 6, nº. 1, p. 129-179, 2003. Disponível em:
http://rle.ucpel.tche.br/php/edicoes/v6n1/G_Marcos_Richter.pdf. Acesso em: 11/04/2009.

SANTOS, B. S. *Discurso sobre ciências*. 4ª ed. São Paulo: Córtes, 2006.

SKOVSMOSE, O. *Educação matemática crítica: a questão da democracia*. 2ª ed. São Paulo: Papirus, 2001. - (Coleção Perspectivas em Educação Matemática).

SOARES, M. *Projetos de trabalho e avaliação por competências: encontros, desencontros e contribuições à educação matemática*. Dissertação de mestrado em Educação Científica e Tecnológica – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

SOBRINHO, J. A. *Reflexões sobre os planos decenais municipais de educação*. Brasília, MEC, 1994.

VIEIRA, L. et al. *Docência e interdisciplinaridade: a prática mediante projetos de trabalho*. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO DO UNIBAVE, Orleans, 2006. Disponível em: www.febave.org.br/congressounibave/congresso_publicacao/congresso_artigos/luciana_equip_e.pdf. Acesso em: 12/01/2009.

Ronaldo Barros Ripardo: Licenciado Pleno em Letras pela Universidade Federal do Pará / UFPa (2006) e em Matemática pela Universidade do Estado do Pará / UEPA (2005). Atualmente cursa mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas -

PPGECM, turma 2008, Área de concentração em Matemática / UFPa, participando dos Grupos de Pesquisa em "Formação de Professores" e "Linguagem Matemática" deste programa. Foi selecionado pelos professores do PPGECM para cursar, na condição de aluno especial do projeto PROCAD, um semestre de atividades no Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Educação da Universidade Estadual Paulista / UNESP - Campus de Bauru, onde participa do Seminário de Pesquisa em Psicologia da Educação Matemática.

Marcelo de Sousa Oliveira: Possui graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Universidade Federal do Pará / UFPa (1999). Atualmente cursa mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemáticas - PPGECM, turma 2008, Área de concentração em Matemática / UFPa, participando do Grupo de Pesquisa em “Modelagem Matemática” deste programa. É professor da Secretaria de Estado de Educação do Pará e Efetivo da Secretaria Municipal de Marabá.

Francisco Hermes da Silva: Possui graduação em Licenciatura Plena Em Matemática pela Universidade Federal do Pará (1991), especialização em Informática em Educação pela Universidade do Estado do Pará (1993), mestrado em Psicologia Educacional pela Universidade Estadual de Campinas (1995) e doutorado em Educação Matemática pela Universidade Estadual de Campinas (1999). Atualmente é Professor de Primeiro e Segundo grau da Universidade Federal do Pará. Tem experiência na área de Educação, com ênfase em Ensino-Aprendizagem.