

MODELAGEM E ETNOMATEMÁTICA NAS CIÊNCIAS DA NATUREZA E MATEMÁTICA: POSSIBILIDADES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Isabel Cristina Machado de Lara; Maria Salett Biembengut

PUCRS – Brasil

isabel.lara@pucrs.br / maria.hein@pucrs.br

Resumo

Neste artigo apresenta-se parte de uma pesquisa cujos dados advieram de estudantes de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. De um tema-guia - *nanotecnologia*, os mestrandos deveriam elaborar uma proposta pedagógica para estudantes de Educação Básica onde conteúdos de matemática, física, química e biologia fossem integrados, numa perspectiva transdisciplinar. Buscou-se apoiar na Modelagem e Etnomatemática como métodos de ensino e pesquisa. A disciplina (64 h/a) organizou-se em dois momentos: explicitação do referencial teórico pelos professores, e desenvolvimento de propostas pedagógicas se utilizando de alguma aplicação de nanotecnologia pelos mestrandos. Objetivo da pesquisa foi analisar possibilidades e dificuldades dessa proposta. Os mestrandos tiveram dificuldade em identificar conceitos de ciências e matemática nas pesquisas sobre nanotecnologia. Uma razão encontra-se na estrutura curricular da Educação Básica a Superior, sob a responsabilidade de um professor ‘especialista na área ou na disciplina’, cujo padrão preexistente torna-se regulador e impede que mudanças se produzam.

Palavras-chave: transdisciplinaridade, modelagem matemática, etnomatemática

1. Introdução

A Lei de Diretrizes e Bases Brasileiras – LDB – n° 9394 de 1996, define para a última etapa da Educação Básica, o Ensino Médio, o currículo dividido em três grandes áreas do conhecimento, estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares Nacionais: *Linguagens e Códigos: Língua Portuguesa, Educação Artística* e Outros Idiomas; *Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias: Física, Química, Biologia*, Matemática; e *Ciências Humanas: História, Geografia, Sociologia e Filosofia* (BRASIL, 1996).

Na área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, nas diretrizes curriculares específicas, a LDB indica que: (i) se faça um planejamento e desenvolvimento do currículo de forma orgânica, integrando e articulando os conhecimentos de forma interdisciplinar; (ii) que os métodos de ensino e de avaliação sejam organizados de tal forma que o estudante ao final do Ensino Médio “demonstre domínio dos princípios científicos e tecnológicos que presidem a produção moderna”; que (iii) “compreendam as ciências, matemática e tecnologia como construções humanas; que (iv) entendam como se desenvolvem por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas; que (v) relacionem o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade; e que (vi) saibam identificar variáveis relevantes e selecionar os procedimentos para produção, análise e interpretação de resultados de processos ou experimentos científicos e tecnológicos (LDB, art.36, § 1º) (BRASIL, 1996).

Desse modo, para que se promova conhecimento científico ao estudante durante sua formação básica é preciso que se reorganizem as disciplinas articulando-as. Isso mostra que o ensino das disciplinas da área de Ciências da Natureza e Matemática precisa estar

entrelaçado de forma a tornar o conhecimento dinâmico dispendo ao estudante ferramentas e meios que lhe facilitem diversos níveis de expressão, sejam lingüísticos ou tecnológicos. Para isso, os professores de Ciências da Natureza e Matemática precisam saber integrar os conteúdos dessa área de forma que os estudantes possam aprender a partir de situações-problema e, ao mesmo tempo, serem instigados a fazer pesquisa sobre temas que lhes despertem interesse.

Para proporcionar esta formação é necessário que os professores saibam lidar com esse contexto em todas as fases de escolaridade, em especial nos cursos de formação de professores. Nesse sentido, foi proposta a disciplina Ciências, Matemática e Realidade do curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática. Sob a orientação de cinco professores com respectivas formações: Biologia (1), Físico (1), Químico (1), Matemático (2), dezoito mestrados elaboraram uma proposta pedagógica, numa perspectiva transdisciplinar, buscando integrar as disciplinas de Ciências e Matemática a partir de um tema-guia: nanotecnologia. Buscou-se apoiar na Modelagem e Etnomatemática como métodos de ensino e pesquisa.

2. Modelagem Matemática: propósitos para a Educação

A Modelagem é um conjunto de procedimentos requeridos na elaboração de um modelo. O processo de Modelagem pode ser utilizado em qualquer área do conhecimento. E um modelo é um conjunto de símbolos os quais interagem entre si representando alguma coisa. Essa representação pode se expressar por meio de desenho ou imagem, projeto, esquema, gráfico, lei matemática, dentre outras formas.

Nas Ciências, o processo de Modelagem requer do modelador conhecimento científico e capacidade de fazer uma leitura do fenômeno, dentre outras habilidades (BIEMBENGUT, 2004). Nesses termos, o modelo é expresso utilizando alguma linguagem representativa (textos, diagramas, desenhos, gráficos, fórmulas, representações geométricas, equações algébricas, tabelas, programas computacionais) que levam à solução do problema ou permitem a dedução de uma solução.

Representar uma situação real, criar um modelo, segundo Bassanezi (2002) e Biembengut (2004), envolve uma série de procedimentos. Esses procedimentos podem ser agrupados em três etapas, subdivididas em sete sub-etapas, a saber: (a) Interação: reconhecimento da situação-problema → delimitação do problema e familiarização com o assunto → referencial teórico; (b) Formulação e Resolução: formulação do problema → hipótese, formulação de um modelo → desenvolvimento e resolução do problema a partir do modelo → aplicação; e (c) Modelo: interpretação da solução e validação do modelo → avaliação.

A Modelagem Matemática nas Ciências não é uma idéia nova. Sua essência sempre esteve presente na criação das teorias científicas e, em especial, na criação das teorias físicas e matemáticas. A tecnologia, as técnicas ou os objetos que hoje se dispõem derivam de criações mais simples. O que parece simples, possivelmente, já fora bem menos simples quando surgiu, considerando as habilidades e o conhecimento requerido. O valor desse desenvolvimento está nas contribuições e nas modificações concebidas por muitos criadores, cuja apropriação de conhecimento necessário foi possível graças ao método de transmissão da tradição artesanal, pelo preceito e exemplo.

Como a Modelagem está na raiz do processo criativo e perfaz o caminho da investigação científica, nas últimas três décadas, em diversos países, vem crescendo um movimento em defesa deste método no processo de ensino e aprendizagem da

matemática. Preocupações do que, como, quanto e para que ensinar matemática têm fortalecido as pesquisas na área de Educação Matemática.

A defesa pela Modelagem como método de ensino e aprendizagem em todos os níveis de escolaridade, em diversos países, tem aumentado significativamente, pelo fato de propiciar ao estudante fazer uso da matemática para compreender uma situação ou resolver um problema de outra área do conhecimento; isto é, integrar matemática a outra área do conhecimento e em especial, área que o estudante apresenta interesse. A Modelagem no ensino de matemática com foco na pesquisa dos estudantes sobre um tema de seus interesses, além de uma aprendizagem matemática mais significativa, possibilita a eles estímulo à criatividade na formulação e na resolução de problemas e senso crítico em discernir os resultados obtidos. Portanto, sustenta o currículo de matemática em todos os níveis (BASSANEZI, 2002).

Em sala de aula a Modelagem pode instigar o interesse dos estudantes em conhecer e compreender o mundo em que habitam, na medida em que o professor desenvolve temas atuais e maneja os elementos formais requeridos de forma a tornar familiar, compreensível. O que pode atrair os estudantes é a compreensão de questões de assuntos que eles têm certa percepção, via meios de comunicação ou informativos, e a possibilidade de torná-las familiar (BIEMBENGUT, 2009). Como disse Lévy (1995, p.27), “nas interações com as coisas, se desenvolve competências. Por meio das relações com os signos e com a informação se adquire conhecimentos. Em relação com os outros, mediante iniciação e transmissão, faz-se viver o saber”.

A competência em Modelagem desenvolve nos estudantes algumas habilidades: na identificação das questões relevantes e das respectivas, variáveis, relações ou suposições; formulação destas questões em termos matemáticos; na representação dos entes envolvidos de maneira apropriada, discutindo e justificando; na validação da solução; e ainda, na cooperação com os colegas, construindo mutuamente os conhecimentos gerados durante a atividade de Modelagem. Trata-se de um processo que requer maior empenho nos estudos, na pesquisa e na interpretação do contexto.

Desde que a Modelagem tem sido defendida na Educação Matemática tem gerado concepções, por consequência, adoções distintas e se estabelecendo tendências. Tendência de Modelagem na Educação Matemática é entendida como toda ação e prática de Modelagem por professores, baseados no conhecimento e na interpretação que mostram em seus trabalhos desta natureza a partir da concepção que possuem. Embora existam concepções e tendências distintas, segundo Biembengut (2009), elas convergem no entendimento de que a Modelagem pode contribuir não somente para aprimorar o ensino e a aprendizagem, como também, para provocar uma reação e interação entre corpo docente e discente envolvidos na contínua e necessária produção do conhecimento. Uma partilha mútua de experiências adquiridas. Conforme Maturana e Varela (2001, p.71) no fazer se conhece e “todo ato de conhecer produz um mundo”.

3. Etnomatemática: uma visão transdisciplinar

Na estrutura escolar, a interação entre corpo docente e discente, possibilitada pela Modelagem, contribui para desfragmentação do conhecimento. Pois, a fragmentação contribui para a iniquidade entre pessoa e grupo cultural e compromete sua capacidade de interpretar e se utilizar desses conhecimentos em suas práticas profissionais. A própria concepção de trabalho e as condições de exercício profissional podem ser alteradas, na medida em que novos processos tecnológicos passem a figurar o mercado de trabalho. (LARA, 2007).

Segundo D'Ambrosio (1997), o fato de se conservar a estrutura escolar em disciplinas e em suas especialidades faz que a formação acadêmica do docente mantenha-se compartimentada sem a visão do todo e de como essas disciplinas se integram e se interagem, impossibilitando esse docente de dar conta dessa natureza de trabalho. Assim, o D'Ambrosio defende a ética da diversidade como sendo um novo relacionamento com o meio em sua totalidade e as diferenças que nele coexistem. Ele afirma que para que ocorra uma reflexão contemporânea faz-se necessário um novo modo de pensar, um pensar transdisciplinar.

Nesses termos, a transdisciplinaridade é uma atitude, um modo de perceber que a aquisição do conhecimento e o modo como ele se propaga pode envolver processos diversificados quando comparados em diferentes grupos de pessoas; sejam esses culturais ou sociais. Por assim, respeito, solidariedade e cooperação aos modos de conhecer e explicar, eliminando possíveis hierarquias. A perspectiva transdisciplinar reconhece que a pessoa adquire conhecimento por meio da construção e reconstrução do fazer e do saber e, ainda, da interação entre ambos.

De acordo com D'Ambrosio: "A fundamentação teórica que serve de base à transdisciplinaridade repousa sobre o exame, na íntegra, do processo de geração, organização intelectual, organização social e difusão do conhecimento." (1997, p. 15). "A aquisição ocorre através de maneiras, modos, técnicas ou artes (*techné*) de explicar, conhecer, entender, lidar, conviver (*matema*) com a realidade natural e sociocultural (*etno*) na qual o indivíduo está inserido." (D'AMBROSIO, 1997, p. 16). E, é neste contexto que se propõe a Etnomatemática como proposta transdisciplinar.

A etnomatemática ao estudar o modo que diferentes grupos procedem ao resolver problemas em seus contextos, contribui para o reconhecimento de que o fazer desses grupos produz saber. Um saber a princípio diferente daquele formalizado pela escola.

Na Etnomatemática, a transdisciplinaridade funda-se no reconhecimento das várias ações humanas para compreender, não apenas objetos de estudo bem definidos ou de estudos multidisciplinares ou interdisciplinares, mas sim, o mundo como um todo, na sua integralidade. As dimensões mais reconhecidas e interpretadas, de acordo com D'Ambrosio (1997) são a sensorial, a intuitiva, a emocional e a racional. Desse modo, a Etnomatemática se constitui como uma área de pesquisa que busca compreender modos como se geram, organizam e difundem o conhecimento das pessoas em seus afazeres e vivências.

Historicamente, a matemática surge da necessidade do ser humano de resolver problemas de sua realidade, do seu contexto, do seu grupo cultural. Por meio de representações pictóricas, gráficos, fórmulas, enfim, de modelos, a pessoa gerou e gera conhecimento, necessário muitas vezes para a sua sobrevivência e sua transcendência, organiza esse conhecimento e socializa entre seus pares.

Assim, a Modelagem Matemática e a Etnomatemática confluem em alguns pontos. Além de ambas perfazerem o caminho da investigação, podem propiciar ao estudante em qualquer nível de escolaridade, uma aprendizagem mais significativa possibilitando: melhor compreensão dos conceitos matemáticos frente à aplicabilidade; a integração da matemática com outras áreas do conhecimento; estímulo à criatividade na formulação e resolução de problemas; discernimento de valores e concepções dos antepassados; valorização das competências das culturas sociais; realização da pesquisa científica (BIEMBENGUT, 2009).

4. Execução da proposta e alguns resultados

Por meio de encontros anteriores ao início da disciplina de Ciências, Matemática e Realidade do curso de Mestrado em Educação em Ciências e Matemática, os professores discutiram o cronograma e os procedimentos metodológicos que seriam adotados ao longo das 64 horas/aula.

Com uma perspectiva transdisciplinar o grupo de docentes escolheu como tema-guia a *Nanotecnologia*. A partir deste tema, os 18 estudantes, em dupla, elaboraram uma proposta pedagógica a partir da nanotecnologia aliada a tópicos de seus interesses e conteúdos de Matemática e Ciências para os Anos Finais do Ensino Fundamental ou para o Ensino Médio. Os componentes da proposta foram: introdução, referencial teórico, atividades pedagógicas, considerações finais e referências. O referencial teórico deveria apresentar as diferentes leituras realizadas ao longo do semestre referentes ao tema-guia e aos tópicos da proposta, as quais deram os subsídios para por em prática a proposta pedagógica. A disciplina organizou-se em dois momentos: explicitação do referencial teórico pelos professores, e desenvolvimento de propostas pedagógicas se utilizando de alguma aplicação de nanotecnologia pelos mestrandos.

No primeiro momento, nas 30 primeiras horas/aula da disciplina, os professores revesaram-se ministrando palestras sobre a perspectiva transdisciplinar e sobre questões que convergiam ao tema-guia. A preocupação foi discutir sobre transdisciplinaridade e realizar atividades, levando em conta que durante a formação inicial de professores, fosse em Química, Física, Biologia ou Matemática, a maioria dos mestrandos não havia tido contato com alguma experiência transdisciplinar.

No segundo momento, 34 horas/aula, ocorreram duas etapas. Na primeira etapa, 18 horas/aula foram destinadas para elaboração da proposta pedagógica. Os docentes participavam dos encontros percorrendo todas as duplas com esclarecimentos, sugestões e orientações. Nas últimas 16 horas/aulas, em forma de seminários, os mestrandos apresentaram suas propostas pedagógicas, expondo o referencial teórico utilizado, explanando as atividades pedagógica e, quando necessário e possível realizando algumas atividades.

Vale ressaltar, que na formação das duplas solicitou-se um mestrando de cada área, o que facilitaria diferentes olhares no encaminhamento do projeto. Os assuntos escolhidos foram: Nanotecnologia e eletrônicos (Matemática e Biologia); Nanotecnologia e esportes (Matemática e Física); Nanotecnologia e a água do mar (Matemática e Biologia); Nanofarmacus (Química e Biologia); Telhas e nanotecnologia (Matemática e Biologia); Nanotecnologia aplicada a embalagem de alimentos (Matemática e Biologia); Cerâmica e Nanotecnologia: uma evolução na engenharia de materiais (Matemática e Física); Nanocompósitos (Matemática e Biologia) Nanotecnologia e citologia (Matemática e Biologia).

Durante as orientações, evidenciou-se que em alguns assuntos foi mais difícil visualizar conteúdos de diferentes disciplinas, não sendo imediata a integração de mais de duas disciplinas. No início cada dupla, por consequência de sua formação especializada conseguia perceber apenas a sua área de conhecimento, contudo à medida que as discussões se aprofundavam, as propostas iam apresentando aos poucos características interdisciplinares, avançando para uma visão mais transdisciplinar.

Todos os assuntos estavam voltados para problemas atuais. Assim, responder a algumas perguntas baseado-se apenas em uma fração do conhecimento, tornava-se cada vez mais difícil. Os mestrandos eram incentivados a integrar saberes e competências adquiridas

ao longo da sua formação acadêmica, ultrapassando os limites do seu conhecimento especializado na busca de uma atitude transdisciplinar.

5. Considerações Finais

Nessa pesquisa objetivou-se analisar dificuldades e possibilidades de mestrandos de Educação em Ciências e Matemática elaborar uma proposta pedagógica para estudantes de Educação Básica integrando conteúdos matemáticos, físicos, químicos e biológicos numa perspectiva transdisciplinar. As dificuldades encontram-se: na duração da disciplina (64 h/a) não é suficiente para suprir todas as possíveis lacunas deixadas pela formação do professor e na disponibilidade da maioria dos mestrandos para efetuar um estudo complementar, fora dos limites da disciplina; e as possibilidades situam no interesse de alguns mestrandos que já atuam como professores da Educação Básica em aprender para mudar suas práticas, a despeito das dificuldades que possam surgir.

Os cursos de pos-graduação em Educação primam por levar o professor-mestrando a refletir sobre as questões educacionais e sugerir algumas ações pedagógicas que possam melhorar o desempenho de seus respectivos estudantes. Essa proposta na disciplina Ciências, Matemática e Realidade deste Mestrado em Educação em Ciências e Realidade surgiu de resultados de pesquisas dos professores responsáveis pela disciplina, cujos dados empíricos advieram de práticas de sala de aula. Por exemplo, as pesquisas realizadas se utilizando da modelagem matemática na Educação Matemática mostram que os estudantes outra visão da matemática, da realidade que o cerca, do conhecimento.

Como os mestrandos dessa disciplina foram capazes de elaborar propostas pedagógicas, mesmo que estejam aquém do que poderiam realizar supõe-se que mesmo não dispendo de apoio para utilizar a modelagem matemática em todas suas práticas de sala de aula, outro entendimento e outra ação devem surtir em suas ações pedagógicas.

Os fatores que podem contribuir para o professor de matemática não alterar sua prática apesar das dificuldades apresentadas por muitos dos estudantes, são: as multiocupações que a maioria desses mestrandos-professores está envolvida devido aos interesses e as necessidades diversas, os desinteresses de muitos estudantes em todos os níveis por aprender, e as prescrições nas políticas educacionais. Uma mudança da magnitude enfrentada requereria um comprometimento das autoridades para uma reestruturação das escolas de todos os níveis, levando os professores a terem necessidade de alterar suas práticas e os estudantes interesse em aprender.

Se o pesquisador olhar para um longo período de tempo atrás, pode traçar as continuidades que levaram e levam a quase nenhuma mudança significativa no processo de ensino e aprendizagem no sistema Educacional brasileiro ou americano. Se espera contribuir com o processo educacional, será preciso que cada professor ou pesquisador seja capaz de retificar, continuamente a Educação e sem emenda transformar o conhecimento científico para atender às novas exigências emergidas e inesperadas a cada momento e ainda, ter opções para estender outros campos de interesses ou afins (BIEMBENGUT, 2009).

Traçados assim os limites, é possível extrair alguns princípios gerais concernentes a ação pedagógica do professor e proporcionar algumas perspectivas que possa impulsionar mudanças, ainda que lentas, na Educação Matemática. As idéias acumuladas nesta pesquisa permitiram, melhor compreensão de cada variável analisada, alimentando os resultados de suas experiências que permitirão criar novos sentidos, outro ponto-referência para que realize novo percurso.

Na dificuldade momentânea de transformar a estrutura educacional vigente, a proposta é convocar professores pesquisadores de Educação Matemática a continuar a busca por caminhos, processos e métodos necessários para adquirir conhecimentos à manutenção da vida e mais, para instigar o interesse e a necessidade de professores e estudantes para esta causa.

6. Referências

- Bassanezi, R. C. (2002). *Ensino Aprendizagem com Modelagem Matemática*. São Paulo: Contexto.
- Biembengut, M. S. (2004). *Modelagem Matemática & Implicações no Ensino e Aprendizagem de Matemática*. 2ª ed. Blumenau.
- _____. (2009). *Processos e Métodos de Ensino e Aprendizagem Matemática na Formação Continuada dos Professores*. Relatório de Pesquisa – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.
- Brasil. *Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional nº 9.394*, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seed/index.php?option=com_content&task=view&id=61&Itemid=414>. Acesso em: Julho de 2009.
- D'ambrosio, U. (1997). **Transdisciplinaridade**. São Paulo: Palas Athena, 1997.
- Lara, I. C. M. (2007). *Exames Nacionais e as 'verdades' sobre a produção do professor de matemática*. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 248f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Programa de Pós-Graduação em Educação.
- Levy, P. (1995). *A Inteligência Coletiva*. São Paulo: Loyola.
- Maturana, H. R.; Varela, F. G. (2001). *A Árvore do Conhecimento*. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena.