

## MODELAGEM MATEMÁTICA E PARCERIAS EM UM CONTEXTO DE FORMAÇÃO EM ENGENHARIAS: UMA ALTERNATIVA PARA A FORMAÇÃO CONTINUADA DE DOCENTES EM PRÁTICA

Rutyele Ribeiro Caldeira Moreira

[rutyele@yahoo.com.br](mailto:rutyele@yahoo.com.br)

CEFET – MG – Brasil

Núcleo temático: Formação de Professores de Matemáticas

Modalidade: Comunicação Breve

Nível educativo: Formação e Atualização Educacional

Palavras chave: Modelagem Matemática. Parcerias. Educação em Engenharia. Formação de Professores.

### Resumo

*Neste artigo apresento algumas discussões sobre uma proposta alternativa para a formação continuada de docentes que lecionam em uma instituição destinada à formação em Engenharias. A proposta baseia-se na constituição de um Grupo de Estudos e Pesquisa em Modelagem Matemática – GEPMM - sendo desenvolvida e implementada como parte integrante da construção dos dados para uma pesquisa de doutorado em Educação, cuja tese foi intitulada “Cálculo em ação, modelagem e parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias”, concluído em 2014, em uma Universidade Federal localizada em Minas Gerais - Brasil. Ao analisar a referida proposta, utilizando os aportes da teoria da aprendizagem expansiva de Engeström e Sannino (2010), encontram-se subsídios necessários para considerar que o engajamento nas atividades realizadas no/pelo GEPMM, constituinte de uma rede de aprendizagem mediante a formação de parcerias, pode representar significativas contribuições para a formação continuada de professores em suas próprias práticas, o que pode ampliar os respectivos horizontes de atuação nas diversas dimensões cotidianas de trabalho.*

### Considerações Iniciais

Desde a reforma universitária ocorrida em 1969, as Universidades brasileiras tornaram-se departamentalizadas, após a abolirem a estrutura de Cátedras. A implantação de Departamentos e Institutos Básicos, seguindo o modelo vigente nos Estados Unidos, resultou em um “afastamento” dos conhecimentos considerados “básicos” dos “profissionais” nos cursos de Engenharia. Com isto, os docentes que lecionam disciplinas de Matemática para

os cursos de Engenharia, muitas vezes não tem conhecimento sobre a necessidade e utilidade dos conteúdos que lecionam para a formação dos futuros Engenheiros.

Nos últimos anos, a formação em Engenharia tem sido estudada e alguns autores apontam que os currículos tradicionais das Universidades departamentalizadas podem provocar consequências danosas no que se refere à qualidade dos profissionais da Engenharia frente às atuais demandas tecnológicas e sociais (MORENO; AZCÁRATE GIMÉNEZ, 2003; DULLIUS, ARAÚJO, VEIT, 2011). Soares e Sauer (2004) apontam para a necessidade de examinar questões relacionadas ao tema *ensino-aprendizagem da Matemática para a Engenharia* devido às aparentes dificuldades que os engenheiros apresentam em lidar e utilizar conceitos matemáticos em suas vidas profissionais.

Fraga, Novaes e Dagnino (2010, p. 154) acreditam que “a formação em engenharia deve se dar a partir de um problema colocado pela sociedade, e a solução desse problema, não apenas teoricamente, mas também na prática, colocaria a necessidade de se aprender conhecimentos teóricos”. No contexto de formação em Engenharias, a Modelagem Matemática<sup>3</sup>, ao pressupor multidisciplinaridade, pode estar alinhada ao posicionamento dos autores.

Contudo, em geral, os docentes que lecionam as disciplinas matemáticas nos cursos de Engenharia tiveram pouca ou nenhuma formação direcionada para serem professores, como afirmam Moreno e Azcárate Giménez (2003):

no caso de professores de matemáticas de universidade, o conhecimento que têm sobre o processo de ensino e aprendizagem é fruto da experiência docente e do efeito da socialização que lhes fazem repetir os esquemas daqueles professores que lhes ensinaram em sua época de estudantes. Os docentes universitários não costumam ter nenhuma formação didática específica, além da científica, que os capacite a ensinar (MORENO; AZCÁRATE GIMÉNEZ, 2003, p. 267).

Além da formação inicial deficitária no que tange à profissionalização pedagógica, os professores das disciplinas Matemáticas, frequentemente, se deparam com currículos tradicionais em cursos de Engenharia, cuja rigidez pode dificultar o trabalho docente com

---

<sup>3</sup> Para Barbosa (2001, p. 6), “modelagem é um ambiente de aprendizagem no qual os alunos são convidados a indagar e/ou investigar, por meio da matemática, situações oriundas de outras áreas da realidade”.

Modelagem, principalmente devido às ementas rígidas e avaliações periódicas (BASSANEZI, 2006, p. 37).

Franchi (2002) apresentou, como fruto de sua investigação, uma proposta curricular para tratar os conteúdos de Matemática em cursos de Engenharia utilizando Modelagem e recursos computacionais. Contudo, nem sempre é possível implementar um novo currículo, que esteja em consonância às atuais exigências da formação em engenharia. Dessa forma, seria possível adequar um currículo já pré-estabelecido e demasiadamente estático aos objetivos de formação em Engenharia que atenda às exigências atuais para tal formação, utilizando-se da Modelagem Matemática? Franchi (2002) afirma que não existe um entendimento claro de como isto deve ser feito, pois muitas variáveis estariam em jogo, dependendo da realidade de cada contexto formativo.

A seguir, apresento uma proposta de trabalho com Modelagem Matemática em um contexto (tradicional) de formação em Engenharia.

### **Uma Proposta de atividade com Modelagem em um Contexto de Formação em Engenharias**

A proposta foi apresentada como parte da construção dos dados<sup>4</sup> para a pesquisa que originou a tese, durante meus estudos de doutoramento. O objetivo da referida pesquisa estava alicerçado na seguinte pergunta diretriz: “Quais aprendizagens expansivas podem ser evidenciadas pelas e nas atividades desenvolvidas por um Grupo de Estudos e Pesquisa em Modelagem Matemática (GEPMM) em um contexto de formação em Engenharias?” A abordagem metodológica da referida investigação foi qualitativa<sup>5</sup>.

---

<sup>4</sup> Não uso o termo coleta de dados por entender que o papel do pesquisador pode se configurar como aquele que constrói dados para a pesquisa que se propõe desenvolver. Os dados não podem ser coletados pelo simples motivo de eles, por vezes, nem sequer existirem. Só pode ser coletado o que existe. O verbo coletar pode ser sinônimo de juntar ou reunir algum objeto ou coisa. Quando se utiliza esse verbo em pesquisas, no sentido de juntar ou reunir dados, uma pressuposição de que já existam os dados a serem reunidos ou juntados é considerada. Contudo, essa pressuposição pode assumir caráter falso, quando o pesquisador vê-se em faces de construir os dados que necessita, visando buscar entendimento para a questão que se propõe investigar.

<sup>5</sup> Bogdan e Biklen (1994) apresentam-nos as cinco principais características da investigação qualitativa, que foram os princípios orientadores para esta pesquisa:

O foco da investigação que originou as reflexões aqui descritas foi pautado nas ideias da aprendizagem expansiva de Engeström (2001, p. 138), que inspirado em Bateson (1972) – distingue três níveis de aprendizagem (tipos I, II, e III) –, propôs uma *nova* abordagem para a aprendizagem. Para Bateson (1972), aprendizagens de nível I estão baseadas no “condicionamento, aquisição de respostas consideradas corretas em um dado contexto” (ENGESTRÖM, 2001, p. 138). Aprendizagens de nível II estão relacionadas à aprendizagem de “normas e padrões de comportamento característicos do próprio contexto” (ENGESTRÖM, 2001, p. 138). Dessa forma, muitas vezes, os próprios contextos podem estar embebidos por demandas contraditórias, que podem impulsionar aprendizagens de nível III, “quando uma pessoa ou um grupo começa a questionar radicalmente o sentido e o significado do contexto e constroem um contexto alternativo mais amplo. Aprendizagem de nível III é essencialmente um empenho coletivo” (ENGESTRÖM, 2001, p. 138, *itálicos meus*). Engeström (2001) utiliza tais ideias de Bateson (1972) e propõe a Teoria da Aprendizagem Expansiva: “Aprendizagem de nível III é vista como atividade de aprendizagem que tem seu próprio tipo de ações e instrumentos [...] O objeto da atividade da aprendizagem expansiva é todo o sistema de atividades em que os aprendizes estão engajados. Atividades de aprendizagem expansiva produzem culturalmente novos padrões de atividade. Aprendizagem expansiva no trabalho produz novas formas de atividade de trabalho” (ENGESTRÖM, 2001, p. 139, *grifo meu*).

O contexto institucional escolhido para o desenvolvimento da referida pesquisa foi uma Universidade Federal, localizada em uma cidade do interior do Estado de Minas Gerais, na qual existem apenas cursos de Engenharia, totalizando nove (Engenharia de Computação, Elétrica, de Materiais, de Produção, de Controle e Automação, da Mobilidade, de Saúde e Segurança, Ambiental, Mecânica).

- 
1. Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural, constituindo o investigador o instrumento principal;
  2. A investigação qualitativa é descritiva;
  3. Os investigadores qualitativos interessam-se mais pelo processo do que simplesmente pelos resultados ou produtos;
  4. Os investigadores qualitativos tendem a analisar os seus dados de forma indutiva;
  5. O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

A proposta de Modelagem consistiu na criação de um Grupo de Estudos e Pesquisa em Modelagem Matemática, cujo formato não estava vinculado a nenhuma disciplina que compunha o currículo dos cursos de Engenharia na instituição. O GEPMM realizou suas atividades fora da sala de aula, devido ao objetivo da pesquisa, que buscou analisar possibilidades de aprendizagens expansivas em práticas formativas, que estariam sendo aprendidas enquanto estavam sendo criadas, mediante a formação de um contexto alternativo “mais” amplo - GEPMM.

Como pressuposto, tal contexto alternativo poderia assumir importante papel na formação continuada de professores dos cursos de Engenharia *em suas próprias práticas*, ampliando, assim, os respectivos horizontes de atuação nas mais diversas dimensões cotidianas do trabalho docente no referido contexto, embora este não fosse objetivo explícito da pesquisa. Formação continuada de professores *em suas próprias práticas* quer dizer que os professores aprendem enquanto vão criando e modificando suas próprias práticas, baseados na reflexão e na ação. Não precisam necessariamente participar de um curso de formação continuada para estarem aprendendo. Eles próprios tomam a realidade contraditória como ponto de partida e promovem ações com vistas a modificarem suas formas de *práxis*, promovendo, assim, saltos qualitativos em sua própria formação docente.

Considerarei, ainda, que atividades de Modelagem Matemática, sob o referido formato, constituem *espaços formativos* nos quais os sujeitos engajados dirigem suas ações em prol do entendimento e da resolução de questões-problema não matemáticas, oriundas das mais variadas esferas da sociedade, utilizando, necessariamente, instrumentos matemáticos para auxiliá-los. Aqui, *espaço formativo* pode ser entendido como algo além de um lugar físico. Um ambiente que produz um contexto propício à formação, uma estratégia de formação que deve conter os mais variados instrumentos, incluindo instrumentos subjetivos e simbólicos, nos quais os sujeitos dirigem suas ações orientadas pelos objetivos de formação, que incluem o compartilhamento de conhecimentos em prol da formação profissional dos futuros engenheiros.

Com o objetivo de criação do GEPMM, convidei alunos e professores dos cursos de Engenharia da instituição. O convite foi efetuado principalmente em decorrência de uma palestra proferida por mim, em outubro de 2012, com o objetivo de suscitar o interesse de alunos e professores na participação no grupo.

Além da palestra, fiz uso de redes sociais para alcançar a visão da referida comunidade acadêmica. Três professores, sendo que dois lecionam disciplinas Matemáticas e o outro leciona disciplinas técnicas do curso de Engenharia Elétrica, aceitaram o convite. Quatro alunos<sup>6</sup> também o aceitaram.

Como instrumentos de construção dos dados para a pesquisa, os sujeitos participantes do GEPMM foram entrevistados assim que eles aceitaram o convite, considere as filmagens em áudio e vídeo dos dez primeiros encontros do grupo e os entrevistei novamente após os referidos encontros. As entrevistas foram documentadas em áudio.

Na entrevista inicial perguntei quais eram os motivos que os teriam levado a participação no GEPMM e na entrevista final perguntei o que eles teriam aprendido até aquele momento com a participação no grupo.

### **Uma Alternativa para a Formação Continuada no/pelo GEPMM**

Com a entrevista inicial pude notar que os motivos têm origem em questões e questionamentos que compõem as práticas tradicionais de ensino dos cursos de Engenharia na instituição. Com base em excertos das transcrições das gravações das entrevistas iniciais realizadas com os docentes, destaquei as seguintes palavras e expressões que se referem ao trabalho docente: “melhorar”, “evoluir”, “abrir novos caminhos” de atuação, ter novos conhecimentos, novas possibilidades, “não ficar sempre no básico” e “melhorar como professor(a)”.

Os docentes demonstraram acreditar que a participação no GEPMM possibilitaria diálogo entre os colegas (docentes), que estaria criando um ambiente de discussão das práticas de ensino – uma rede de aprendizagem-, o que realmente poderia ajudar na melhoria do fazer docente, que na Universidade brasileira está ancorado no tripé ensino-pesquisa-extensão (CALDEIRA, 2014). A parceria estabelecida mediante a criação de tal rede possibilitou, de fato, a ampliação do movimento de informações entre os docentes, por meio da potencialização da busca e, conseqüentemente, encontro de informações e ferramentas

---

<sup>6</sup> Um deles cursava, naquele momento, o quinto semestre do curso de Engenharia de Computação e os outros três cursavam o segundo semestre do curso de Engenharia Mecânica.

necessárias para o entendimento e a resolução das questões-problemas que configuram o objeto da atividade de Modelagem (CALDEIRA, 2014).

Na entrevista final, ao ser questionado sobre o que teria aprendido com a participação no GEPMM, um dos docentes que lecionavam disciplinas Matemáticas nos cursos de Engenharia da instituição pontuou que “*a matemática tá em todo lugar!*”, afirmando, ainda, que estava acostumado com uma Matemática teórica e não teria costume com uma Matemática sendo usada, em ação e que a participação no grupo trouxe enriquecimento com relação a isto: “*pensar o problema matematicamente eu não tinha pensado. Pensei agora, pensei no grupo*”. Nesse sentido, podemos aferir que as interações ocorridas no GEPMM possibilitaram uma ampliação no repertório do docente no que diz respeito às idealizações/visualizações de uma *matemática em ação* (Caldeira, 2014).

Nos primeiros encontros do grupo, de forma coletiva e negociada a priori, optamos por dedicar esforços no entendimento de um problema que foi intitulado “uma fórmula para o peso corporal ideal”. Estávamos empenhados em descobrir, com o auxílio dos instrumentos matemáticos, um modelo que descrevesse a mudança do peso corporal em humanos adultos mediante mudanças na energia de entrada (alimentação) e na energia de saída (gastos calóricos – metabolismo basal e gasto com movimento). Com base nas ações e empenho na realização desta etapa de trabalho, o outro docente que leciona disciplinas Matemáticas nos cursos de Engenharia da instituição, participante do GEPMM, pontuou que não esperava ter visto uma Matemática tão complexa em um problema da área de saúde ou fisiologia, ou seja, uma *matemática em ação* na área de saúde, agindo de forma não superficial. Nas palavras dele:

*Eu tive essa visão mais ampliada da matemática [...] eu imaginava uma matemática mais básica, né, mais elementar, porque a gente pensa, ah, o pessoal da saúde não deve ser tão, assim, aprofundado nas matemáticas pra poder chegar em resultados tão bacanas [...] tinha equações diferenciais, tinha várias técnicas matemáticas interessantíssimas, aplicadas com um fim lá comum.*

Com isso, podemos perceber que o docente também demonstrou ter tido uma ampliação no repertório no que diz respeito às idealizações que a *matemática em ação* pode possibilitar.

Afirmou, ainda, nunca ter tido a oportunidade de ver equações diferenciais em outros contextos; nas palavras dele: “*a gente fica naquele ‘mundinho’ ali [...] e transita por ali, então nunca tive curiosidade de procurar alguma matemática mais avançada em outras áreas, entendeu?*” (CALDEIRA, 2014). Aqui, podemos enfatizar que o docente demonstra satisfação na participação no GEPMM, pois pôde vivenciar mudança em sua visão dos conteúdos matemáticos trabalhados nos cursos de Engenharia cotidianamente, o que nos mostra que a participação no GEPMM pode, de fato, contribuir para a formação continuada dos docentes em suas próprias práticas cotidianas de trabalho.

### **Considerações Finais**

Podemos perceber que o espaço formativo constituído pelo/no GEPMM incluiu a constituição de uma rede de aprendizagem – parcerias -, na qual os sujeitos puderam vivenciar em suas próprias práticas cotidianas de trabalho, novos modos de fazer, constituindo importante papel na formação continuada, ampliando, assim, os respectivos horizontes de atuação do trabalho docente.

Por fim, vale ressaltar que uma intervenção, assim como sua interpretação analítica, constituinte da práxis científica, jamais deve ser considerada como algo que se impõe absolutamente. Há sempre lugar para diversidade de compreensões e confronto de ideias. “Se a interpretação é revelante, é, pois, num duplo sentido: ela faz aparecer uma estrutura inteligível, que vale de alguma maneira por si mesma, mas ao mesmo tempo dá os meios para atingir, com sua mediação, uma realidade que nela se mostra, mas sem aí se esgotar” (LADRIÈRE, 1978, p. 130).

### **Referências**

- BARBOSA, J. C. (2001). Modelagem na Educação Matemática: contribuições para o debate teórico. In: REUNIÃO ANUAL DA ANPED, 24., Caxambu. Anais... CD-ROM. ANPED: Rio de Janeiro.
- BASSANEZI, R. C. (2006). *Ensino-Aprendizagem com modelagem matemática: uma nova estratégia*. 3. ed. São Paulo: Contexto.
- BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em Educação Matemática: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução de M. J. Alvarez, S. B. Santos e T. M. Baptista. Porto: Porto Editora.

CALDEIRA, R. R. Cálculo em Ação, Modelagem e Parcerias: possibilidades para aprendizagens expansivas em um contexto de formação em Engenharias. (2014). 229 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

DULLIUS, M. M.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. (2011). Ensino e aprendizagem de equações diferenciais com abordagem gráfica, numérica e analítica: uma experiência em cursos de Engenharia. Boletim de educação Matemática, Rio Claro, v. 24, n. 38, p. 17-42, abr. 2011. <http://www.redalyc.org/pdf/2912/291222086003.pdf> Consultado 1/08/2013.

ENGESTRÖM, Y. (2001). Expansive learning at work: toward an activity theoretical reconceptualization. Journal of Education and Work, London, v. 14, n. 1, p. 133-156.

ENGESTRÖM, Y.; SANNINO, A. (2010). studies of expansive learning: foundations, findings and future challenges. Educational Research Review, n. 5, p. 1-24.

FRAGA, L.; NOVAES, H.; DAGNINO, R. (2010). Educação em Ciência, Tecnologia e Sociedade para as Engenharias: perspectivas em educação geral. In: PEREIRA, E. M. de A. (Org.). Universidade e currículo: perspectivas de educação geral. Campinas: Mercado das Letras. p. 135-156.

FRANCHI, R. H. L. (2002). Uma proposta curricular de Matemática para cursos de Engenharia utilizando Modelagem Matemática e Informática. 189 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE), Universidade Estadual Paulista (UNESP): Rio Claro.

LADRIÈRE, J. (1978). *Filosofia e práxis científica*. Rio de Janeiro: Francisco Alves Editora.

MORENO, M.; AZCÁRATE GIMÉNEZ, C. (2003). Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales. Enseñanza de Las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, v. 21, n. 2, p. 265-280. <http://ddd.uab.es/pub/edlc/02124521v21n2p265.pdf>. Consultado 1/08/2013.

SOARES, E. M. S.; SAUER, L. Z. (2004). Um novo olhar sobre a aprendizagem de Matemática para a Engenharia. In: CURY, H. N. (Org.). Disciplinas Matemáticas em cursos superiores. Porto Alegre: EDIPUCRS, p. 139-186.