



União da Vitória - Paraná

IX EPMEM

Encontro Paranaense de Modelagem na
Educação Matemática

Informações sobre os Autores:

Laynara dos Reis Santos Zontini
Instituto Federal do Paraná (IFPR)
Universidade Estadual do Centro Oeste
(UNICENTRO)
laynara.zontini@ifpr.edu.br

Dionísio Burak
Universidade Estadual do Centro Oeste
(UNICENTRO)
Universidade Estadual de Ponta Grossa
(UEPG)
dioburak@yahoo.com

Minicurso 5

Modelagem Matemática: práticas na perspectiva de uma nova racionalidade

Resumo

Este minicurso tem por objetivo estudar a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática, segundo as ideias de Burak, e promover uma reflexão sobre o ponto de vista do pensamento complexo de Morin (2014). Os participantes terão a oportunidade discutir práticas de Modelagem Matemática e vislumbrar aspectos da nova da racionalidade que emergem dessas atividades. Dessa forma, buscamos explicitar qual racionalidade sustenta e emerge das práticas que se fazem pelos pontos que constituem os fundamentos da Educação Matemática na concepção de Higginson (1980) e que se incorporam à Modelagem Matemática (MM) que segue esses mesmos pressupostos.

Palavras-chave: Modelagem Matemática. Pensamento Complexo. Educação Matemática.

Abstract

This short course aims to study Mathematical Modelling from the perspective of Mathematics Education, according to Burak's ideas, and to promote a reflection on the point of view of Morin's complex thinking (2014). Participants will have the opportunity to discuss Mathematical Modelling practices and glimpse aspects of the new rationality that emerge from these activities. In this way, we seek to explain which rationality sustains and emerges from the practices that are made by the points that constitute the foundations of Mathematics Education in the conception of Higginson (1980) and that are incorporated into the Mathematical Modelling (MM) that follows these same assumptions.

Keywords: Mathematical Modelling. Complex Thinking. Mathematics Education.

Realização:





Modelagem Matemática na Educação Matemática

Visualizamos a Modelagem Matemática na perspectiva da Educação Matemática como uma das tendências metodológicas mais proeminentes para o ensino da Matemática, prioritariamente na Educação Básica. Assim, para fundamentar a discussão, traremos subsídios da Modelagem na concepção de Burak, assumida para a formação de professores que atuam na Educação Básica. A partir disso, apresentaremos elementos se mostram diferenciadores e promotores de uma nova racionalidade, baseada na visão sistêmica e na complexidade.

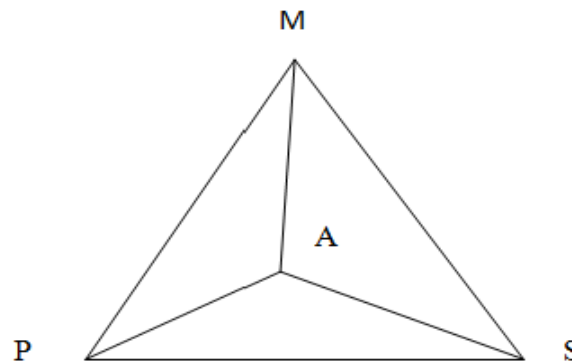
No Brasil, a Modelagem Matemática vem sendo proposta e trabalhada por professores e pesquisadores desde a década de 80. Na Educação, a Modelagem Matemática é apontada como uma metodologia de ensino de Matemática que enfatiza a pesquisa e que parte de temas e situações do interesse dos educandos para utilizar a Matemática na resolução dos problemas advindos do tema.

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”.

Um dos constructos teóricos das ideias de Burak é a Educação Matemática na concepção de Higginson, segundo o que se trata de uma área interdisciplinar, constituída pela Matemática e pelas disciplinas da Educação. Higginson (1980) analisou a natureza da Educação Matemática e sua intenção se deve ao seu convencimento de que não haveria avanços em relação a forma de tratar os problemas apresentados pelas dificuldades surgidas na aprendizagem da Matemática até que houvesse um amplo reconhecimento dos fundamentos dessa disciplina.

Em seus estudos, Higginson (1980, p. 04) criou o modelo do tetraedro denominado MAPS, onde M = Matemática; A = Filosofia; P= Psicologia e S= Sociologia. Para ele essas quatro disciplinas não são somente necessárias, mas suficientes, assim esse modelo seria suficiente para definir a natureza da Educação Matemática. Perguntas como “Que? Quando? Como? Onde? Quem? e Por quê?” podem ser respondidas por diferentes áreas, sendo possível mostrar que o modelo é fechado. Nessa perspectiva, O que? corresponde à dimensão da Matemática, dos seus conteúdos; por quê? diz respeito à dimensão da Filosofia; as questões quem? e onde? dizem respeito a dimensão da Sociologia; e quando? e como? dizem respeito a dimensão da Psicologia.

Para Higginson falar do modelo MAPS é uma maneira de dizer algo a mais do que o construto postulado. Ele tem uma estrutura particular; ele é um objeto geométrico. A **Figura1**, segundo Burak e Klüber (2008, p. 93) representa esse modelo.



Tetraedro de Higginson

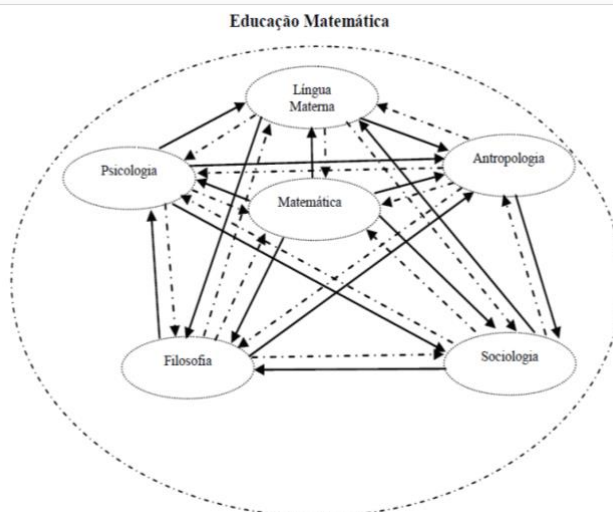
O modelo MAPS apresenta elementos importantes para esse constructo científico da Educação Matemática. Ao olhar e refletir com maior atenção sobre seus elementos, além das quatro faces Matemática; Filosofia; Sociologia e Psicologia. O encontro dessas quatro faces constitui seis arestas MP; MA; MS; AP; AS e PS, possibilitam novo olhar para as disciplinas que o constituem.

O estudo em relação a Educação Matemática na concepção de Higginson (1980, p.4) teve como ponto de partida a perturbadora questão: “há algo além de matemática significativamente envolvida na Educação Matemática? Para Higginson (1980, p.4), essa questão está na raiz de um dos mais graves problemas, “a lacuna de incompreensão entre matemáticos e educadores matemáticos”.

Ainda assim, a Educação Matemática é dinâmica, então não há uma educação matemática ideal para todos os lugares ou para todos os indivíduos em um único lugar e o modelo que a representa pode e deve ser atualizado.

Assim o modelo MAPS de Higginson, a partir de novos estudos, ganha novos eixos, conforme previsto pelo próprio autor e, em seus estudos Burak e Klüber (2008, p. 93) apresentaram uma nova configuração para a Educação Matemática como se mostra na figura 2.

Figura 2



Fonte: Burak e Klüber (2008, p.98).

Essa nova configuração incorpora, no momento, mais duas áreas, a Antropologia e a da Língua Materna. Nessa forma de representação, ainda que a Matemática tenha papel preponderante, ela pode ser entendida como “adjetivação” e as demais áreas, principalmente aquelas ligadas a Educação, como “substantivação”. As seis áreas que constituem a nova configuração, apresentam os subsídios para uma forma de abordagem do ensino que pode promover a aprendizagem.

Considerando a dinâmica da área, novos estudos e pesquisas podem prever a inserção de mais áreas como a tecnologia presente nas mídias educacionais, computador, tablet, celular, entre outros. Além disso a Arte e a História podem, em futuro próximo, também ser incorporados à Educação Matemática. O desenvolvimento dessas áreas que dão sustentação para que se realize um ensino da Matemática capaz de possibilitar aprendizado vai crescendo na medida que professores e pesquisadores vivenciem novas experiências interdisciplinares com foco na Educação Matemática.

Segundo Burak (2010), dois princípios orientam as práticas com Modelagem: 1. O interesse dos participantes, normalmente divididos em pequenos grupos de 3 a 4 participantes; 2. Os dados devem, sempre que possível, ser coletados nos ambientes de interesse do(s) grupo (s).

Para os encaminhamentos de uma prática com Modelagem, no âmbito da Educação Básica, é oportuno esclarecer que as etapas, não rígidas, para o encaminhamento dessas práticas são decorrentes de objetivos e das prioridades eleitas pela Educação Matemática. Essas etapas são: 1.



Escolha do Tema: 2: Pesquisa Exploratória; 3. Levantamento do(s) Problema(s); 4. Resolução do(s) Problema(s) e o estudo dos conteúdos no contexto do tema e: 5. Análise Crítica da(s) solução (ões).

A escolha do tema parte sempre do interesse do(s) grupo(s) de estudantes e o fato de elegermos o interesse, além do que se mostrou pelo sentido das práticas, ganha destaque, principalmente nessa etapa da escolarização.

A pesquisa exploratória se constitui de uma etapa importante que pode favorecer e abranger aspectos de organização e sistematização de conhecimentos para o encaminhamento de uma prática com Modelagem, pois envolve conhecer mais sobre o tema de interesse eleito pelo grupo ou grupos de estudantes.

Nessa etapa parte-se do entendimento de que o conhecimento, diferente de apenas informações, para se consolidar precisa haver alguma forma de organização. Dessa forma, saber buscar dados, saber de forma clara o que se deseja conhecer sobre o assunto em estudo, ou mesmo sobre determinada situação problema, prepara os estudantes e o futuro profissional da Educação Básica, possibilita desenvolver estratégias distintas para buscar conhecer sobre o tema em estudo.

Na etapa seguinte, os dados coletados na pesquisa exploratória vão ser utilizados para as discussões e levantamento ou elaboração do(s) problema(s). Diferente das práticas tradicionais, aqui são os estudantes que vão elaborar ou decidir quais problemas se mostram pertinentes e de interesses. Portanto, na medida em que o estudante coleta, seleciona, organiza e analisa os dados coletados ele também levanta os questionamentos em relação ao assunto, tema ou situação problema.

A resolução do(s) problema(s) confere à Modelagem Matemática a etapa que envolve mais matemática propriamente dita. É o momento em que o estudante faz uso de todo o ferramental matemático disponível em sua estrutura cognitiva, além de possibilitar que busque novos saberes para resolver os problemas, caso o conteúdo necessário ainda não tenha sido trabalhado.

A etapa da Análise Crítica da solução ou soluções é um momento especial e único para analisar e discutir a solução ou as soluções encontradas do(s) problema(s) levantados. É um momento em que se fazem as considerações e análises das várias hipóteses consideradas, na etapa de resolução(ões) do(s) problema(s), sejam elas matemáticas ou pertencentes a outras áreas do conhecimento.



Pensamento Complexo e a nova racionalidade

Segundo Hassel e Morin (2012, p. 47) a educação deve “fornecer a cada aluno os meios de enfrentar os problemas fundamentais e globais inerentes a cada indivíduo, a cada sociedade e à humanidade inteira”. Nessa perspectiva, tendo como base os constructos da Educação Matemática, entendemos que os conhecimentos matemáticos, articulados com as demais áreas do conhecimento, são alguns desses meios, dessas ferramentas para possibilitar o enfrentamento técnico, ético e humano dos problemas locais e globais.

Ao olhar para a educação e para os educadores, compreendemos a situação de sobrecarga gerada pelas “pressões da competitividade e das racionalizações (que aplicam a racionalidade das máquinas artificiais ao ser humano)” (HESSEL; MORIN, 2012, p. 47). Diante disso, vislumbramos a necessidade de uma racionalidade complexa e percebemos sua emergência nas atividades com Modelagem Matemática.

Para Morin (2003), uma cabeça bem-feita em vez de acumular o saber, é mais importante dispor simultaneamente de: 1. Uma aptidão geral para colocar e tratar os problemas e 2. Princípios organizadores que permitam ligar os saberes e lhes dar sentido. O autor, contrariamente à opinião atualmente difundida, considera que:

o desenvolvimento das aptidões gerais da mente permite o melhor desenvolvimento das competências particulares ou especializadas. Quanto mais desenvolvida é a inteligência geral, maior é a sua capacidade de problemas especiais. A educação deve favorecer a aptidão natural da mente para colocar e resolver, e correlativamente, estimular o pleno emprego da inteligência geral. (MORIN, 2003, p.22).

Isso exige, na perspectiva do autor, o livre exercício da faculdade mais comum e mais ativa na infância e na adolescência - a curiosidade - que, de forma frequente é aniquilada pela instrução dirigida na etapa escolar de forma progressiva ou ainda, quando da sua limitação a um pequeno setor, que provavelmente será o da especialização do adulto, quando ao contrário, trata-se de estimulá-la ou despertá-la se estiver adormecida

Em relação à organização do conhecimento, uma cabeça bem-feita é uma cabeça apta a organizar os conhecimentos e, com isso, evitar sua acumulação estéril. No entendimento de Morin (2003, p.24):

todo conhecimento constitui, ao mesmo tempo, uma tradução e uma reconstrução, a partir de sinais, signos, símbolos, sob a forma de representações, ideias, teorias, discursos. A organização dos conhecimentos comporta operações de ligação (conjunção inclusão, implicação) e de separação (diferenciação, oposição, seleção, exclusão). O processo é



circular, passando da separação à ligação, da ligação à separação, e, além disso, da análise à síntese, da síntese à análise. Ou seja, o conhecimento comporta ao mesmo tempo separação e ligação, análise e síntese.

Desse modo Morin (2003) nos apresenta um caminho epistemológico, um modo de compreender e interpretar a realidade baseado na complexidade, preocupado em reconectar aquilo que foi tecido junto, mas que vinha/vem sendo visto apenas de maneira fragmentada na ciência e na escola.

Morin (2003) menciona sete diretivas para um pensamento que une; são os princípios complementares e interdependentes que serão objeto da nossa análise da prática de Modelagem vivenciada por estudantes da Escola do Campo. Esses princípios são: Princípio sistêmico ou organizacional; princípio “hologramático”, princípio do circuito retroativo, princípio do circuito recursivo, princípio da autonomia/dependência (auto-organização), princípio dialógico, princípio da reintrodução do conhecimento em todo conhecimento (MORIN, 2003, p. 93-97).

O princípio sistêmico é aquele “que liga o conhecimento das partes ao conhecimento do todo” (MORIN, 2003, p. 92). Para esse princípio, Morin (2003, p. 93) trata do elo indicado por Pascal: “Considero impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, tanto quanto conhecer o todo sem conhecer, particularmente, as partes.” Assim, tratamos aqui da conexão entre as partes e o todo, o que podemos apontar na atividade de MM pela estrutura metodológica da prática.

Percebemos que o encaminhamento metodológico essencialmente interdisciplinar possibilita a compreensão da ideia sistêmica, da necessidade de ver as diferentes disciplinas que compõe qualquer tema. Além disso, as etapas mostram a importância de “quebrar” o tema de interesse em problemas menores para que seja possível compreender aspectos.

O segundo princípio presente na prática é o “hologramático”, que “põe em evidência este aparente paradoxo das organizações complexas, em que não apenas a parte está no todo, como o todo está inscrito na parte” (MORIN, 2003, p. 93). Ao trabalhar com temas de interesse nos deparamos com problemas essencialmente complexos e, de acordo com a especificidade de cada tema, esse princípio fica ainda mais evidente. De maneira geral, as situações ou problemas globais podem ser percebidas, em menor escala, nas comunidades e relações municipais e até mesmo escolares.

O princípio do circuito retroativo “permite o conhecimento dos processos auto-reguladores” e “rompe com o princípio da causalidade linear” (MORIN, 2003, p. 94). Esse princípio se destaca na dinâmica de organização da atividade de MM, o diálogo entre os estudantes nos grupos e a orientação da professora possibilitam a regulação da prática, de modo que eles permaneçam no



tema de interesse e busquem resolver os problemas por eles mesmos propostos. É perceptível nas práticas alguns momentos de desvio em que fogem do assunto ou não conseguem resolver alguma questão matemática, diante dessas situações os grupos se reorganizam ou recebem alguma orientação da professora que possibilita a continuidade da atividade de MM. Segundo Morin (2003, p. 94) "em sua forma negativa, o círculo de retroação (ou feedback) permite reduzir o desvio e, assim, estabilizar um sistema. Em sua forma positiva, o feedback é um mecanismo amplificador."

O próximo é o princípio do circuito recursivo, que segundo Morin (2003, p. 94), "ultrapassa a noção de regulação com as de autoprodução e auto-organização". Para o autor, trata-se de um "circuito gerador em que os produtos e os efeitos são, eles mesmos, produtores e causadores daquilo que os produz". A prática com MM inicia sem que professores e estudantes saibam onde vão chegar, ela se autoalimenta pela escolha do tema, pesquisa e definição dos problemas, as atividades são produtoras e causadoras dos seus resultados. Cada etapa interage de forma recursiva entre si, independente do tema escolhido.

O princípio da autonomia/dependência é um destaque nas atividades de MM, os grupos se mostram como auto-organizadores em uma relação de autonomia e dependência com os professores e suas orientações ao longo da prática. Segundo Morin (2003, p. 94) "o princípio de auto-ecoorganização vale especificamente, é óbvio, para os humanos – que desenvolvem sua autonomia na dependência de sua cultura – e para as sociedades – que se desenvolvem na dependência de seu meio geológico".

O princípio dialógico "une dois princípios ou noções que deviam excluir-se reciprocamente, mas são indissociáveis em uma mesma realidade" (MORIN, 2003, p. 94 - 95). Aqui podemos olhar para a relação ordem e desordem ao longo de toda a prática. Diferente das aulas tradicionais, que partem de um planejamento rígido, a prática de MM inicia com uma aparente desordem, escolher o tema e partir disso seguir na atividade. Depois desse início, as etapas nos permitem ver uma ordem, mas que em vários momentos se quebra pelos encaminhamentos dos grupos, necessidade de voltar alguma etapa ou de redefinir problemas e pesquisas. Assim, temos uma dialógica de ordem e desordem ao longo de toda a prática.

Segundo Morin (2003, p. 96) "a dialógica permite assumir racionalmente a inseparabilidade de noções contraditórias para conceber um mesmo fenômeno complexo". Essas noções contraditórias também são percebidas no próprios temas escolhidos, principalmente em relação às diferentes fontes de informação com as quais se deparam ao longo da prática.



Por fim temos o princípio da reintrodução do conhecimento em todo conhecimento. Segundo Morin (2003, p. 96), "esse princípio opera a restauração do sujeito e revela o problema cognitivo central: da percepção à teoria científica, todo conhecimento é uma reconstrução/tradução feita por uma mente/cérebro, em uma cultura e época determinadas". A prática com MM tem a etapa da reflexão como algo de grande importância, pois é o momento principal para os estudantes se perceberem como construtores de conhecimento, como sujeitos críticos que podem rever suas soluções matemáticas e as interações com outras áreas do conhecimento. Com isso os estudantes têm a oportunidade de perceber a importância do contexto, da realidade vivida em relação aos objetos matemáticos.

Considerações Finais

A visão de Educação Matemática e da Modelagem em uma perspectiva que contempla além das Ciências Naturais as Ciências Humanas e Sociais, não muda em nada os fundamentos da Matemática, seu método, suas leis, mas permite ao professor uma perspectiva mais ampla sobre o ensino dessa ciência e assim, muda tudo, no contexto da Educação Básica (BURAK, 2010).

Assim, ao evidenciar os princípios de Morin (2003) nas práticas com MM buscamos mostrar que esse tipo de atividade contribui com a reforma do pensamento proposta pelo autor. Segundo Morin (2003, p. 96) "nossa lucidez depende da complexidade do modo de organização de nossas idéias". A MM traz uma nova forma de organizar a aula e conseqüentemente as ideias dos professores e estudantes sobre como lidar com os temas ou problemas da atualidade. Dessa forma, Morin (2003, p. 96) destaque que "a reforma do pensamento é de natureza não programática, mas paradigmática, porque concerne à nossa aptidão para organizar o conhecimento". Precisamos organizar o pensamento para fazer o pleno uso da inteligência.

A Modelagem na concepção de Educação Matemática sustentadas nas dimensões propostas por Higginson (1980), e nas referências do Pensamento Complexo de Morin (2006), apresenta potencial e referencial teórico adequado à formação de sujeitos críticos, reflexivos e atentos aos problemas globais.

As experiências vividas apontam para elementos de uma nova racionalidade à formação de professores e as abordagens do processo de ensino e aprendizagem em aulas, proporcionadas pela concepção de Modelagem na Educação Matemática em relação a sua natureza, seu método e seu objeto que se vincula também às Ciências Humanas e Sociais.



Referências

BURAK, D. **Modelagem Matemática: Ações e Interações no Processo de Ensino e Aprendizagem**. Tese de doutorado. UNICAMP, Brasil: 1992.

BURAK, D. Modelagem Matemática sob um olhar de Educação Matemática e suas implicações para a construção do conhecimento matemático em sala de aula. In: **REVISTA DE MODELAGEM NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**. Blumenau, v. 1, n. 1, p. 10-27, 2010.

BURAK, D.; KLÜBER, T. E. Educação Matemática: contribuições para a compreensão de sua natureza. In: **REVISTA ACTA SCIENTIAE**. – Canoas, v. 2, n. 10, p.93-106, jul./dez. 2008.

HESEL, S.; MORIN, E. **O caminho da esperança**. Bertrand Brasil: Rio de Janeiro, 2012.

HIGGINSON, W. **On the foundation of mathematics education**. Documento mimeografado, 1980.

MORIN, E. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. Tradução Eloá Jacobina. 8. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.