

Modelagem matemática na escola e na formação do professor

Uma abordagem abrangente

Samuel Jurkiewicz

Clicia Valladares Peixoto Friedman

Introdução

As formas de transmissão de conhecimento que se praticam hoje foram construídas historicamente. Este é um fato que vale a pena ser lembrado numa época em que tantas críticas de variados matizes (técnicos, conceituais, ideológicos) são feitas ao conteúdo ensinado, à forma de transmissão e mesmo à idéia de «transmissão» em oposição a «construção» de conhecimento. O caso da Matemática é, neste aspecto, exemplar.

A pedagogia e a didática da Matemática procuraram até hoje acompanhar a forma sequencial e cumulativa com que os currículos de Matemática se construíram; sequencial pois os conteúdos prescritos seguem basicamente a ordem em que apareceram historicamente, e cumulativa pois foram acrescentados na medida em que passaram a fazer parte do cabedal da Matemática utilizada na ciência e na sociedade.

Tanto os currículos assim construídos como a pedagogia e a didática que os acompanham têm mostrado sinais evidentes de fadiga. Note-se que não se trata de obsolescência; as formas de ensinar, construídas com esforço ao longo da história da Matemática, continuam a ter papel insubstituível (mas não exclusivo). A exposição, o exercício de «papel-e-lápis» não tem por que desaparecer e possivelmente continuarão a acompanhar as práticas profissionais e sociais do professor.

Da mesma forma, o uso de materiais de manipulação, incorporados de forma sistemática na segunda metade do século XX, não mais deixará de fazer parte do arsenal didático e pedagógico do professor.

Em vistas dos desafios que se apresentam ao professor de Matemática, algumas propostas tomaram forma e, em particular, uma tem chamado a atenção: a possibilidade do uso da modelagem matemática (uma prática já usual na ciência e na vida profissional) como recurso didático e pedagógico.

Enaltecer as qualidades desta proposta não é difícil; ela tem apelos multidisciplinares, construtivos e faz do aprendizado da Matemática uma ação simultaneamente coletiva e individual, exigindo e promovendo uma postura madura e responsável tanto do professor quanto dos alunos.

Entretanto, quem já procurou utilizar modelagem matemática em sala de aula enfrentou problemas de diversos níveis: qual seria exatamente esta utilização? Será que essa forma de trabalho é adequada para os alunos de determinada idade? Quais as vantagens e desvantagens para o aluno? E para o professor? Qualquer um pode fazê-lo? Se a modelagem matemática é uma proposta realmente promissora como instrumento didático-pedagógico, é mister que se examinem com cuidado as características que lhe são inerentes.

No que se segue são examinados alguns aspectos do uso da modelagem matemática em sala de aula, o que ela pode representar para o aluno, para o professor e para a instituição onde se desenrola o processo de aprendizagem e educação, a escola.

Modelos e realidades matemáticas

A elaboração de modelos matemáticos e a sua utilização podem ser pensadas, entre outros aspectos, como um recurso para explicar situações e fenômenos ou resolver problemas que ocorrem em diferentes realidades nas diversas atividades que o homem exerce ou que tenham alguma influência sobre sua vida e o mundo que o cerca. A pluralização do termo «realidades» tem sua razão de ser e adquire um caráter próprio quando se trata de ensinar ou aprender Matemática. Em geral, não existe somente uma realidade envolvendo o estudo matemático de uma situação, um fenômeno ou um problema.

Um estudo matemático pode englobar desde aplicações diretas de Matemática como a elaboração de um gráfico, a conversão de dados para uma matriz, a utilização de modelos consagrados pelo uso, podendo chegar inclusive a graus de sofisticação de desenvolver teorias ou de adaptar, expandir ou criar modelos matemáticos. Para se estudar matematicamente uma situação é preciso levar em consideração influências de diversas realidades, além daquela que envolve a situação diretamente. Por exemplo, são clássicas as aplicações matemáticas que utilizam modelos para explicar o crescimento de populações, de tumores ou então para mostrar a disseminação de um boato, de uma epidemia ou mesmo para calcular juros sobre um capital, (des)valorização de um bem ao longo do tempo, etc. As diferentes realidades de cada um dos casos influenciam na escolha das equações que sintetizam os modelos matemáticos envolvidos.

Os casos citados geralmente lidam com situações que, sob o ponto de vista matemático, são classicamente modeladas por funções que descrevem crescimento ou decréscimo exponencial. De uma maneira simplificada, pode-se dizer que as partes da realidade matemática que as envolvem são semelhantes.

Em cada situação existem realidades contextuais, as quais podem interferir na formulação de objetivos do estudo do problema, na consideração de fatores importantes e mesmo na adequação do modelo ao posterior uso que se faça dele. Observa-se, por outro lado, a presença direta ou indireta de partes da Matemática na interpretação e formulação do problema, sendo que a necessidade de lidar com elas é di-

ferente para quem utiliza Matemática como ferramenta para desenvolver uma atividade e para quem a Matemática é essência de sua profissão, incluindo nesse caso, de um modo muito especial, o professor.

É interessante pensar até que ponto, na mente de quem aprende ou ensina, essas partes da Matemática expressas de uma forma mais abstrata terminam por se sobrepor ao contexto que envolve de fato o problema, visto que é comum haver pouca familiaridade com ele, somando-se a isto, a falta de adequação das respostas matemáticas à realidade que cerca o problema.

Um aluno de Ciências Biológicas, por exemplo, sabe que modelos matemáticos que descrevem crescimento de colônias de bactérias devem ser adaptados a fim de excluir tempos negativos. No entanto, nas aulas de Matemática, é comum que o aluno abstraia esta restrição e admita todo o conjunto dos números reais como domínio da função que descreve o fenômeno biológico. A Matemática se sobrepõe ao contexto da aplicação, pois a realidade que a envolve, além de abstrata, é exata (axiomática) e também mais abrangente do que diversas realidades de outras ciências no sentido de que uma mesma estrutura matemática pode servir para equacionar diferentes fenômenos.

Modelagem e sala de aula

Não se pode dizer que existe um confronto entre a Matemática e a realidade que envolve o problema na utilização de modelos matemáticos em ambientes de ensino e aprendizagem. Mas, conforme já comentado, o contexto da aula de Matemática favorece a que alunos e professores vivam dentro de uma parcela do mundo matemático e que encarem a situação estudada sob esse prisma. O esquecimento da força desta «realidade matemática» diminui ou dificulta a valorização que a abordagem por modelagem tem ou possa ter na formação qualitativa de professores e conseqüentemente no processo de aquisição de conhecimentos por parte dos alunos.

A aula de Matemática é constituinte de um ambiente matemático. O professor introduz seus alunos nesse mundo matemático e usa exemplos para que os estudantes compreendam melhor um determinado conteúdo e possam se transladar da realidade matemática para as outras realidades. Bem ou mal, esse objetivo costuma ser atendido no ensino atual. O mesmo não se pode afirmar a respeito de os alunos terem condições de se transportarem de outras realidades para a Matemática, a menos que sejam situações parecidas com aquelas exemplificadas pelo professor, ou seja, o caminho não é de «ida e volta».

Os dois objetivos mencionados no parágrafo anterior, em uma visão menos detalhista, podem ser englobados em um só. No entanto, usar exemplos para que os alunos sejam capazes de se transportar da realidade matemática para outras realidades dificilmente os habilitará a se transladar de realidades diversas para dentro da Matemática. O cumprimento dos dois objetivos apontados requer diferentes posturas do professor, muito embora ambos os propósitos ofereçam dificuldades específicas para sua realização. Geralmente não é fácil associar estruturas matemáticas com a realidade circundante, e vice-versa.

Há exemplos dados em sala de aula que não têm conexão alguma com qualquer situação verdadeira e é natural que exista resistência a eles por parte dos alunos, pois não se conectam a nenhum contexto. Retirando esses casos, restam os exemplos que conservam características importantes de uma situação retratada e são estes que vêm facilitando o cumprimento do objetivo de transladar o aluno de um ambiente matemático para outras realidades.

Os dois objetivos assinalados anteriormente têm em comum o fato de se relacionarem a aspectos da abstração matemática que evidenciam o poder de generalização da Matemática. Essa é uma característica importante dessa ciência, e pode e deve ser explorada pelo professor. Se não houvesse esse tipo de abstração, seria pouco útil usar diferentes exemplos em diversas áreas para mostrar o emprego de um mesmo conceito ou estrutura matemática.

Das observações acima se destacam duas características da relação entre Matemática e modelos, importantes para o uso de modelagem em sala de aula:

- Um mesmo conceito matemático pode representar diversas situações-modelo;
- Um modelo matemático aplicado a um problema é uma forma de entender melhor os conceitos matemáticos envolvidos no seu processo de equacionamento.

Os modelos de sala de aula, nos diferentes níveis de ensino, guardam características distintas dos modelos efetivamente aplicados na vida profissional. Algumas dessas diferenças serão ressaltadas a seguir.

Modelos educacionais e modelos aplicativos em sala de aula

O mundo circundante, com seus problemas e fenômenos, é uma das fontes de criação do desenvolvimento da Matemática. Para se tratar matematicamente uma situação há necessidade, em algumas fases do estudo, de se transladar desse mundo para uma realidade Matemática. Também existe o caso contrário; o desenvolvimento de alguma teoria matemática pode servir como base para explicar fenômenos que só são percebidos e/ou estudados tempos depois de a teoria ser concebida. A Ciência se encarrega de descobrir aplicações para o que é admitido primeiramente apenas dentro da Matemática.

Sintomaticamente, nenhum desses processos (da Matemática à aplicação e vice-versa) costuma ocorrer dentro da escola¹. Isso explica a impressão de que há dissociação entre a Matemática que se aprende e a que se utiliza. A associação existe, talvez não para toda a Matemática que se aprende na escola, mas existe; ela apenas não acontece na sala de aula. Assim fica evidente que o atendimento aos dois objetivos do ensino de Matemática anteriormente citados são importantes e precisam ser vivenciados pelo professor antes de serem repassados para os alunos. É essencial adequar as relações entre modelos e conceitos a fim de atender as peculiaridades do ambiente matemático da sala de aula.

A utilização de modelos matemáticos em ambientes de ensino e aprendizagem já é feita há bastante tempo. Os modelos são usados não só nas aulas de Matemática, mas tam-

bém nas de Ciências Físicas e Biológicas, o que contribui para que sirvam como exemplos de aplicações matemáticas em outras áreas e colaborem para o cumprimento do objetivo de transladar o aluno da realidade matemática para outras realidades. O desafio atual, ou melhor, o que se deseja é dar um impulso ao uso de modelos matemáticos na escola a fim de facilitar o cumprimento do propósito de transportar o estudante de situações do mundo circundante para parte da Matemática.

Bassanezi (2002) classifica os modelos conforme o tipo de Matemática utilizada. Em sua classificação os modelos podem ser Educacionais ou Aplicativos. Os modelos Educacionais se baseiam em um número pequeno ou simples de suposições e têm quase sempre soluções analíticas. Segundo o autor «geralmente estes modelos não representam a realidade com o grau de fidelidade adequada para se fazer previsões. Entretanto, a virtude de tais modelos está na aquisição de experiência e no fornecimento de idéias para a formulação de modelos mais adequados à realidade estudada» (página 20, § 4).

Geralmente os modelos matemáticos apresentados pelo professor são educacionais, não são aplicativos. Esse é um aspecto que tem que ficar claro para quem trabalha com modelos na escola. Em ambientes de ensino e aprendizagem não há um comprometimento estreito com a realidade complexa do problema. Se houvesse esse tipo de comprometimento, a Matemática exigida, na maioria dos casos, seria mais sofisticada e necessitaria de um grau de conhecimentos incompatível com o nível de amadurecimento dos alunos.

O fato de um modelo apresentado em ambientes de ensino ser do tipo educacional e não aplicativo não invalida que ele seja aplicável, pois são uma simplificação de modelos aplicativos. Por exemplo, adaptações do modelo de cálculo de juros compostos podem ser usadas nos diversos níveis de ensino. Em muitos casos, a simplicidade da situação (juros ou descontos sobre poucas parcelas) permite que a compreensão e equacionamento matemático do problema sejam acessíveis a um aluno do ensino médio, conforme resalta Valladares (2003).

A adaptação do modelo mencionada no parágrafo anterior tem sua aplicabilidade garantida e ao mesmo tempo é acessível para a compreensão do aluno porque o raciocínio que envolve a construção do modelo de juros compostos é simples. Outros fatores nem sempre observados no uso desse modelo são: sua abrangência, o que o torna adaptável a diversas situações e a difusão que tal modelo tem tido devido à importância das atividades econômicas nas sociedades contemporâneas.

Nem todas as situações que são trabalhadas na escola precisam lidar com modelos que já estejam difundidos culturalmente. A utilização de modelos matemáticos do tipo educacional na escola pode ser estendida; eles não precisam somente servir como exemplos de aplicações matemáticas, mas também servem para estudar situações do mundo circundante que sejam propostas por alunos ou pelo professor. Tal estudo deve ser simples como convém a modelos educacionais.

O professor deve se sentir confortável ao estudar, sob um enfoque matemático, alguma situação ou problema do mun-

do circundante. O estudo geralmente culmina com o equacionamento do problema proposto, com a adaptação ou extensão de modelos já existentes ou então com a construção de um modelo que explique a situação de uma forma simples e com um número pequeno de suposições.

Embora não haja necessidade de o modelo educacional estar comprometido com a realidade do problema em um sentido mais amplo e complexo, isso não significa que seja incoerente, pois precisa atender a objetivos previamente traçados. Nesse caso é fundamental que os objetivos sejam factíveis e bem fundamentados para não se perder no estudo da situação. Além do mais, o professor visa também atender a propósitos pedagógicos como, por exemplo, o acompanhamento de processos de raciocínio dos alunos, a fixação de conteúdos matemáticos e etc.

Algumas características de um modelo matemático em situações de aprendizagem

O modelo educacional, embora simples, deve atender a alguns pré-requisitos para que de fato possa ser distinguido com o nome de «modelo». Quando existe um problema fora do campo matemático que seja modelado matematicamente, há estágios da modelagem em que se precisa ter contato com parte da realidade em que o problema está inserido. É fundamental não se afastar dos objetivos propostos no estudo da situação.

O modelista² dá uma interpretação matemática a uma situação que lhe é apresentada; existe um processo de idas e vindas para diferentes realidades que envolvem o problema, o qual, quando visto matematicamente, passa a fazer parte do mundo matemático para que, em seguida, volte a existir na realidade original que o cerca. Isso dá um caráter interdisciplinar e interprofissional ao trabalho com modelagem.

Geralmente quem solicitou o estudo da situação, ou seja, o «cliente» não necessita possuir um grau de conhecimentos matemáticos equivalente ao do modelista. No final do processo de construção ou adaptação do modelo é preciso traduzi-lo para que ele seja compreendido por quem vai utilizá-lo e verificar se atende aos objetivos traçados no estudo da situação. O importante é que o indivíduo sinta-se seguro para usar o modelo.

Na escola, a função de modelista costuma ser exercida pelo professor e por seus alunos, sendo que muitas vezes é o professor quem propõe o estudo de uma situação, e nesses casos, além de modelista, ele também é um «cliente» bastante especial, pois conhece uma parte da Matemática envolvida no estudo do problema, ou seja, não é leigo no assunto. Na verdade, o papel de «cliente» é desempenhado também pelos alunos e esses devem estar seguros para usar o modelo educacional, tendo atenção para verificar se o modelo cumpre com os objetivos propostos.

Pode parecer estranho pensar que os alunos se sintam seguros para trabalhar com um modelo educacional, que pode ser uma interpretação bastante simplificada do problema proposto e nem sempre se compromete com a obtenção de resultados confiáveis para situações verdadeiramente reais. Não é pretensão de quem trabalha com modelos educacionais que eles sejam aplicativos. O propósito é fazer um

estudo da situação seguindo os objetivos previamente traçados e trabalhando conteúdos matemáticos que sejam compatíveis com o nível de amadurecimento e compreensão do aluno a fim de que o estudante adquira novos conhecimentos, ratifique parte dos que já possui e seja capaz, ao menos parcialmente, de utilizar no futuro modelos mais realistas, o que possibilita compreender a adequação da Matemática a diversas situações e realidades.

A participação ativa do estudante na utilização de um modelo é diferente de usá-lo apenas como um exemplo. Da mesma forma, a participação do professor é qualitativamente diferente quando «dá» um exemplo ou cobra a investigação de um modelo. Essa diferença tem implicações importantes no trabalho do professor.

Vantagens e desvantagens do uso de modelos educacionais: uma situação de conflito

Diversos autores apontam para as vantagens e dificuldades de utilizar modelos com maior participação do aluno, destacando-se os trabalhos de Blum (1991), Eyre (1991), James (1981), Usiskin (1991). É importante constatar que a maioria das vantagens se dirige aos alunos, enquanto que uma grande parte das desvantagens recai direta ou indiretamente sobre o professor. Essa simples constatação mostra conflitos na utilização de modelos na escola, pois dificilmente os alunos tirarão proveito (de fato) desse tipo de abordagem se as vantagens não recaírem primeiramente sobre os professores.

As dificuldades e limitações apresentadas pelos autores são verdadeiras. Ninguém pode negar que o professor dispõe de pouco tempo devido à extensão do currículo de Matemática e que a natureza interdisciplinar do trabalho com modelos exige outros conhecimentos, além dos matemáticos. Também é verdade que a modelagem e uso de modelos é uma abordagem mais dinâmica, em que há menos controle sobre o que ocorre dentro da sala de aula. Além dessas, existem muitas outras, inclusive as que estão relacionadas com aspectos sócio-econômicos ligados à profissão de professor dentro da realidade brasileira, que são omitidas neste texto. Cabe então perguntar que benefícios o professor tem ao trabalhar com modelagem e usar modelos de uma maneira mais ativa?

Alguns dos benefícios estão vinculados com as dificuldades apontadas no parágrafo anterior, sendo que a melhoria na qualidade do ensino é um dos mais importantes. Essa melhoria está diretamente relacionada à capacidade que o professor pode adquirir para tratar matematicamente problemas de outras áreas ou do dia-a-dia, o que possibilita um aumento no nível de seus conhecimentos gerais e a valorização do conteúdo matemático ministrado. Além do mais, o professor, juntamente com seus alunos, pode encaminhar estudos de diversas situações (simples) que são propostas e buscar soluções para problemas, o que possivelmente contribuirá, no futuro, não só para sua melhor qualificação, mas também para a de seus alunos.

A extensão do currículo de Matemática desencoraja o professor a trabalhar com modelagem e modelos matemá-

ticos, mas por outro lado, pode servir como um estímulo para utilizar modelagem e modelos matemáticos como uma forma mais criativa e eficiente para abordar alguns tópicos de Matemática (teorias dos Grafos, dos Jogos, da Decisão, e etc.) que não estão incluídos no currículo, mas que vem sendo exigidos no mundo atual, não mais somente pelos ambientes científicos como também pela crescente influência da Informática, pelo tratamento cada vez mais técnico das atividades de produção, comércio e distribuição, transporte ou por exigência de aspectos sociais e econômicos relevantes para o desenvolvimento dos países (*vide* Jurkiewicz (2002)).

O estudo de situações fora do campo da Matemática pode ajudar o professor a ter uma mudança de atitude a respeito do que ele conhece e desconhece. O papel do professor é o de orientar seus alunos, de estudar com eles. Nem sempre o estudo efetuado conduz aos melhores resultados. Essa postura simula o que geralmente ocorre nas equipes que trabalham com modelagem. A compreensão desse aspecto é também um fator que minimiza a dificuldade que a atividade de modelagem e utilização de modelos cria para o professor a respeito da falta de controle sobre o que pode acontecer na sala de aula.

Uma observação importante se impõe: atitudes pedagógicas não são atos individuais. Pelo que está exposto nos últimos parágrafos, só faz sentido o uso de modelos (como de resto qualquer atitude avançada de ensino) dentro de um contexto estrutural de apoio, isto é, apoio material e ideológico da instituição onde o professor atua, aí compreendidos os recursos tanto para a consecução quanto para a capacitação. Embora o entusiasmo e iniciativa do professor sejam pré-requisitos, cabe à instituição e ao conjunto de profissionais que nela atuam a viabilização de um uso coerente de modelos como forma frequente e consequente de atuação, integrada ao arsenal pedagógico já em uso pelos professores, e não como uma experiência esporádica e isolada.

Aspectos interdisciplinares da modelagem

O profissional que modela um problema normalmente restringe seu estudo a algumas áreas da Matemática nas quais tenha mais experiência e conhecimento. Esse aspecto geralmente é desconhecido pela maioria das pessoas, inclusive pelo professor do ensino fundamental e médio, que não é um especialista em algum campo específico da Matemática, sendo esse fato mais uma justificativa para que ele trabalhe com modelos educacionais, mais adequados à formação geral do professor.

O estudo de situações que ocorrem no mundo fora da sala de aula está vinculado à idéia de interdisciplinaridade, que na escola fundamental e de ensino médio geralmente está associada a um trabalho conjunto com outras disciplinas. Mas há um aspecto da interdisciplinaridade que não envolve somente disciplinas de diferentes ramos do conhecimento, mas engloba também disciplinas de uma mesma grande área ou de áreas afins, ou seja, envolve uma mesma ciência, com é o caso da Matemática. Resta perguntar como a interdisciplinaridade dentro da Matemática pode ajudar o professor no seu trabalho com modelagem e modelos.

A idéia de explorar a interdisciplinaridade também dentro da Matemática na escola de ensino fundamental e médio pode ajudar o professor no sentido de tornar mais fácil o acesso ao conhecimento matemático pertinente a áreas específicas. Esse acesso abrange dois níveis: a informação e a assessoria.

No primeiro caso, o professor é informado sobre alguns dos diferentes campos da Matemática, os problemas (clássicos) associados a eles e os modelos construídos. É verdade que muitos dos problemas utilizam conteúdos matemáticos sofisticados e que estão além do nível de compreensão dos alunos, mas nada impede, em algumas situações, com as devidas simplificações, de serem adaptáveis ao grau de entendimento e conhecimento dos alunos, lembrando mais uma vez que os modelos envolvidos são educacionais. Se não for possível, por exemplo, trabalhar com equações diferenciais, por que não tentar equações a diferenças finitas?

É importante o professor saber, que ao propor um problema juntamente com seus alunos, ele poderá contar com a orientação de colegas especialistas que o assessoram na abordagem matemática do problema e o auxiliem nas possíveis adaptações que o problema deverá sofrer para que, de fato, possa ser trabalhado na escola. Cabe ao professor, a escolha do problema, o encaminhamento dos objetivos pedagógicos e a adequação do conteúdo à realidade dos alunos. A interdisciplinaridade dentro da Matemática que abranja a modelagem e utilização de modelos no ensino, torna-se dessa forma um projeto de parceira relevante para as escolas, as universidades, empresas e centros de pesquisa e de projeções ainda impensáveis para a sociedade.

Conclusões

De acordo com o que foi exposto, o trabalho com modelagem matemática na escola deve ser encarado como uma ação conjunta das diversas instâncias que agem sobre as instituições de ensino.

Pode-se incluir instâncias da administração pública da Educação, pois certamente o primeiro olhar deve ser dirigido à formação dos professores, e essa formação depende, em última análise, de políticas públicas de característica geral. A participação das instâncias produtoras de conhecimento, com especial ênfase nas universidades e institutos acadêmicos é fundamental e um terceiro. Um terceiro pé de apoio engloba instâncias tecnológicas, aí compreendidas as empresas e as agências públicas controladoras de serviços.

Não é demais insistir nas questões de formação e apoio institucional aos professores; sem esta formação é pouco provável haver benefício para os alunos. A sala de aula é um ambiente matemático bastante rico e poderoso, onde o professor pode adquirir desenvoltura e familiaridade. A fim de que ele se sinta seguro para trabalhar com modelagem é necessário que ele saiba como e porque está usando esta abordagem; não deve estar sozinho e nem desprestigiado ao desenvolver uma linha de ação que não é destituída nem de riscos e nem de dificuldades. Enfim, em contrapartida à disponibilidade de seu ambiente (a sala de aula), o professor precisa ter acesso à informação, à formação e apoio. É uma

forma responsável de assegurar uma efetiva contribuição à sua qualificação e ao amadurecimento de seus alunos.

Havendo as condições prescritas, a abordagem por modelagem e uso de modelos matemáticos na escola com o objetivo de transladar situações, fenômenos e problemas de diferentes realidades para um ambiente matemático e vice-versa, extrapola os limites do ensino estritamente matemático. Ao professor e seus alunos é dada oportunidade de se qualificarem, de terem uma visão mais crítica do currículo de Matemática. Eles podem assim vivenciar a interdisciplinaridade de uma forma abrangente que inclua outras disciplinas e facilite o acesso a conhecimentos de algumas áreas específicas da Matemática e muitos de seus problemas aplicáveis.

Nota

- ¹ É costume associar o termo escola ao ensino fundamental e médio. Neste texto tal termo se estende ao ensino superior.
- ² Entende-se o termo modelista como o indivíduo ou um grupo de pessoas que adapta, estende ou cria modelos matemáticos a fim de estudar situações dentro ou fora da Matemática.

Bibliografia

- Bassanezi, R. C., (2002). Ensino-Aprendizagem com Modelagem Matemática: uma nova estratégia. Editora Contexto: São Paulo.
- Blum, W., (1991). Applications and Modelling in Mathematics Teaching a review of arguments and instructional aspects. In: *Teaching of Mathematical Modelling and Applications*, pp. 10–29. Editora Ellis Horwood.
- Eyre, R., (1991). Thinking up Problems. In: *Teaching of Mathematical Modelling and Applications*, pp. 288–297. Editora Ellis Horwood.
- Friedmann, C. V. P., (2003). Matemática Discreta, Algoritmos, Modelos. Tendências do Ensino de Matemática no Início do Século XXI (PhD Thesis, COPPE — Universidade Federal do Rio de Janeiro).
- James, D. J. G., Mc Donald, J. J. (1981). An Introduction to Modelling. In: *Case Studies In Mathematical Modelling*, pp. 1–16. Editora Stanley Thornes.
- Jurkiewicz, S., (2002). Matemática Discreta em Sala de Aula — Anais do Iº HTEM, pp. 155–161. Rio de Janeiro, 2002.
- Usiskin, Z., (1991). Building Mathematics Curricula with Applications and Modelling. In: *Teaching of Mathematical Modelling and Applications*, pp. 288–297. Editora Ellis Horwood.
- Valladares, R. J. C., (2003). Matemática Cultural: um método de ensino e aprendizagem. In: *Educação Matemática em Revista* n° 13, pp. 13–27. SBEM.

Samuel Jurkiewicz
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Clícia Valladares Peixoto Friedman
Universidade do Estado do Rio de Janeiro