



Conhecimentos docentes e o Modelo Didático da Matemática em Contexto: reflexões iniciais

Teacher knowledge and the Didactic Model of Mathematics in Context: initial reflections

Gabriel Loureiro de Lima 

Barbara Lutaif Bianchini 

Eloiza Gomes 

Resumo:

O objetivo deste artigo, de natureza teórica, é dar início a reflexões a respeito das competências a serem desenvolvidas pelos professores de Matemática que atuam em cursos de Engenharia em consonância aos pressupostos da Matemática no Contexto das Ciências, referencial teórico proposto pela pesquisadora mexicana Patricia Camarena, e ao seu modelo didático (MoDiMaCo). Voltamos nossa atenção especificamente a uma das componentes das competências: os conhecimentos. Fundamentados em preceitos teóricos referentes a conhecimentos docentes, analisamos aqueles que os professores que atuam nas disciplinas matemáticas de determinada modalidade de Engenharia devem construir para atuarem em concordância com o MoDiMaco e em quais circunstâncias ocorrem tal construção. A mobilização de tais conhecimentos é essencial ao professor que opta por tal Modelo Didático para que este possa executar a contento uma série de tarefas inerentes ao trabalho com os eventos contextualizados, principal estratégia didático-pedagógica presente no referido Modelo.

Palavras-chave: Competências. Conhecimentos Docentes. Modelo Didático da Matemática em Contexto. Engenharia. Eventos Contextualizados.

Abstract:

The goal of this theoretical article is to initiate reflections about the competencies to be developed by Mathematics professors, who teach in Engineering programs in line with the suppositions of Mathematics in the Sciencel Context, theoretical reference presented by the Mexican researcher Patricia Camarena, and her didactic model (MoDiMaCo). We have focused our attention specifically to one of the components of the competencies: knowledge. Based on theoretical precepts referring to teacher knowledge we have analyzed the theoretical precepts, which the professors who teach in the mathematical subjects of a certain modality of Engineering should build to act in line with MoDiMaCo and in what circumstances this happens. The mobilization of this knowledge is essential for the professors who choose for the Didactic Model, so that they can satisfactorily implement a series of inherent tasks to their work with contextualized events, the main didactic-pedagogical strategy present in the referred Model.

Keywords: Competencies. Teacher Knowledge. Didactic. Model of Mathematics in Context. Engineering. Contextualized Events.

Gabriel Loureiro de Lima
Doutor em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professor do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, São Paulo, Brasil. E-mail: gloureirolima@gmail.com

Barbara Lutaif Bianchini
Doutora em Educação (Psicologia da Educação) pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática da PUC-SP, São Paulo, Brasil. E-mail: barbaralb@gmail.com

Eloiza Gomes
Doutora em Educação Matemática pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP). Professora do Instituto Mauá de Tecnologia, São Paulo, Brasil. E-mail: eloiza@maua.br

Recebido em 21/02/2018
Aceito em 21/03/2018

1 Introdução¹

Neste artigo, a partir da definição da pesquisadora mexicana Patricia Camarena para competência a ser construída pelo futuro engenheiro durante sua graduação, propomos uma adaptação para refletir a respeito das competências a serem desenvolvidas pelos professores de Matemática que atuam em cursos de Engenharia em consonância aos pressupostos da Matemática no Contexto das Ciências (MCC), também proposta por Camarena, e ao seu modelo didático (MoDiMaCo).

Concebendo tais competências como um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, optamos por discutir, neste trabalho, exclusivamente a questão dos conhecimentos docentes. Explicitamos então, a partir de adaptações em relação ao que apresentam Silva e Lima (2015), quinze categorias de conhecimentos a serem desenvolvidas pelos professores de Matemática das Engenharias que busquem atuar embasados nas ideias da MCC e em seu modelo didático. Apresentamos, inicialmente, considerações gerais a respeito da MCC, de seu modelo didático e da noção de competência docente por nós adotada.

2 A Matemática no Contexto das Ciências (MCC) e seu o Modelo Didático (MoDiMaCo)

Considerando que a maior parte das teorias educacionais foram originalmente desenvolvidas com foco em questões referentes ao ensino e à aprendizagem na Educação Básica e que o nível universitário tem problemáticas específicas e elementos que as caracterizam, a pesquisadora do Instituto Politécnico Nacional do México, Patricia Camarena, a partir de 1982, passou a elaborar um referencial voltado especificamente para o ensino da Matemática na universidade, mais precisamente, para cursos nos quais a Matemática está presente em disciplinas de serviço, entendidas, conforme Howson *et al.* (1988), como disciplinas matemáticas ministradas por professores dessa Ciência em cursos de graduação que se destinam à formação de não-matemáticos. Os objetivos centrais da MCC são vincular a Matemática a outras ciências e às situações a serem enfrentadas pelos engenheiros em suas atuações profissionais.

A MCC se insere em uma linha de investigação denominada por Camarena (2017) de

¹ Esse artigo é uma ampliação do trabalho *Competências a serem desenvolvidas pelos professores de Matemática dos cursos de Engenharia: primeiras reflexões* apresentado no VIII Congresso Ibero-Americano de Educação Matemática (CIBEM) realizado em Madrid, Espanha, em julho de 2017.

Matemática Social, em cujo âmbito são realizadas reflexões

acerca da vinculação da Matemática com as demais áreas de conhecimento, sua relação com as situações da vida cotidiana e sua articulação com as atividades laborais e profissionais. Essa linha de investigação busca uma Matemática para vida e para benefício da sociedade; postula o desenvolvimento do ser humano mediante a ampliação da criatividade, das capacidades crítica e analítica e a necessidade de construir um pensamento científico e desenvolver a ética profissional (CAMARENA, 2014, p. 144).

A partir da MCC, busca-se, conforme Camarena (2017), indícios de respostas aos seguintes questionamentos:

- Qual o objetivo de determinado curso de graduação?
- Que Matemática ensinar em tal curso, tendo-se em conta seu objetivo?
- Qual a proporção entre técnicas e Matemática formal a considerar nas aulas ministradas nesse curso?
- De que forma podemos contribuir, por meio do ensino da Matemática, para a formação integral do estudante e para o desenvolvimento de competências para a vida, laborais e profissionais?

De acordo com Camarena (2013), nesse referencial, os processos de ensino e de aprendizagem são concebidos como um sistema no qual intervêm cinco fases: curricular, didática, epistemológica, docente e cognitiva, sendo que, as mesmas, não são independentes das condições sociológicas dos atores presentes no processo educativo, e nem desvinculadas umas das outras. Para maiores esclarecimentos, sugerimos as leituras, por exemplo, de Camarena (2011) e Camarena (2013). Nesse trabalho, voltamos nossa atenção a aspectos relacionados a três destas fases da teoria, a saber, curricular, didática e docente.

A fase curricular, por meio de uma metodologia desenvolvida especialmente para esse fim (CAMARENA, 2004), a *Dipcing (Diseño de programas de estudio de matemáticas em carreras de ingeniería)*, organizada em três etapas (central, precedente e conseqüente), visa à elaboração de um currículo de Matemática efetivamente apropriado para determinada modalidade de Engenharia. Tendo-se estabelecido tal currículo, por meio da fase didática busca-se refletir a respeito de como colocá-lo em prática em sala de aula. Para isso, recorre-se ao Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo), cuja ideia principal é, de acordo com Camarena (2013), estimular a construção do conhecimento por parte do graduando e o desenvolvimento de habilidades para vinculá-lo às suas futuras áreas de atuação profissional.

Camarena (2017) salienta que o MoDiMaCo foi concebido a partir de pilares construtivistas, em especial, o enfoque Psicogenético de Piaget, o enfoque Sociocultural de Vigotsky e o enfoque Cognitivo de Aprendizagem Significativa de Ausubel. A mesma autora ressalta que algumas das características gerais desse modelo didático são, dentre outras:

- Centrados no estudante;
- São desenvolvidos trabalhos colaborativos em equipes;
- As atividades propostas são interdisciplinares;
- Busca-se favorecer a formação integral do aluno, a aprendizagem significativa e a autonomia.

Os problemas tratados na Engenharia surgiram, epistemologicamente, de maneira interligada aos da Matemática. Cabe ao professor, portanto, atuando em concordância com o MoDiMaCo, explicitar tais articulações. Dessa forma, em linhas gerais, as estratégias de ensino contempladas em tal Modelo, consistem em apresentar ao estudante, a Matemática de forma interdisciplinar, contextualizada nas áreas de conhecimento de sua futura profissão, por meio de *eventos contextualizados*, que, segundo Camarena (2017), normalmente são trabalhados em equipes pelos estudantes.

Lima, Bianchini e Gomes (2016, p. 8) a partir de Camarena (2013) definem os eventos contextualizados como “problemas ou projetos que desempenham o papel de entes integradores entre disciplinas matemáticas e não matemáticas, convertendo-se em ferramentas para o trabalho interdisciplinar no ambiente de aprendizagem”.

Em relação às estratégias de ensino normalmente presentes no MoDiMaCo, além dos eventos contextualizados, ressaltamos, fundamentados em Camarena (2017), a aplicação de atividades, cujo foco é a abstração de conceitos, utilizando tecnologias como mediadoras da aprendizagem.

Camarena (2017) enfatiza também que o MoDiMaCo organiza-se em termos de dois eixos: a contextualização, momento em que o trabalho desenvolvido, por meio da resolução de eventos contextualizados, é interdisciplinar, e a descontextualização, “no qual se trabalha de forma disciplinar somente com a Matemática, com o nível de formalismo exigido pela futura profissão do estudante” (p. 10), de maneira a evidenciar que o conceito trabalhado por meio daquele evento contextualizado pode também ser aplicado em outras situações. Nesse momento de descontextualização, o trabalho se dá por meio de atividades individuais ou em grupos e que não

são, necessariamente, apenas exercícios; podem ser “associações entre conceitos, mapas conceituais, indagações sobre como se vinculam aqueles conceitos com as outras disciplinas estudadas, etc.” (CAMARENA, 2017, p. 12).

A autora salienta que a implementação do MoDiMaCo se dá em três momentos-chave: *abertura*, *desenvolvimento* e *fechamento*, descritos por meio do Quadro 1.

Quadro 1: Relação entre momentos e processo metodológico da Matemática em Contexto

| | |
|-----------------|---|
| Abertura | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os estudantes resolvem eventos contextualizados com funções diagnóstica ou de reforço do conhecimento, eventos com função motivadora, em classe ou extraclasse. ▪ Os alunos realizam, fora de sala de aula, atividades de aprendizagem sobre conhecimentos prévios que porventura não dominem. |
| Desenvolvimento | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Os estudantes resolvem eventos contextualizados com função de construção do conhecimento, de reforço ou para enfrentar obstáculos. ▪ O docente avalia a inclusão de atividades de aprendizagem quando necessário. ▪ O professor inicia a avaliação dos estudantes. |
| Fechamento | <ul style="list-style-type: none"> ▪ O aluno, ao término da resolução do evento contextualizado, realiza atividades com apoio da tecnologia como mediadora da aprendizagem. ▪ O docente propõe eventos contextualizados ou outros instrumentos visando avaliar a aprendizagem. |

Fonte: Camarena (2017, p. 15)

As resoluções dos eventos contextualizados se dão, como já salientado, por meio de equipes de trabalho colaborativo, sendo tais equipes, segundo Camarena (2017), compostas por três estudantes, a saber, um *líder emocional*, um *líder intelectual* e um *líder operativo*, cada um deles com características que, para o trabalho colaborativo, são complementares. Enquanto o líder emocional é aquele que motiva a equipe, o líder intelectual é um estudante reflexivo, analítico, com conhecimentos prévios bem construídos e o líder operativo é aquele que, como a própria nomenclatura indica, executa efetivamente tarefas como, por exemplo, resolver equações, expor os argumentos da equipe para a classe, entre outros.

Compostas as equipes, deve-se deixar claro a cada uma delas o que está sendo esperado por meio do trabalho que começará a ser realizado e o que, de fato, significa trabalhar em equipes colaborativas. Então o evento contextualizado é entregue às equipes e estas, caso tais eventos não tenham função diagnóstica ou de avaliação, podem, em seguida, conforme postula Camarena (2017), atuar livremente. Elas têm total liberdade para interagirem umas com as outras, trocarem ideias sobre estratégias de resolução, fazer consultas a obras, na biblioteca, por exemplo, para

compreenderem algo que não conhecem ou esclarecerem dúvidas, consultar o professor, entre outros. As tecnologias podem, a não ser em casos específicos em que isso infrinja os objetivos estabelecidos pelo docente, ser utilizadas como ferramentas de apoio durante o trabalho com os eventos contextualizados.

Camarena (2017, p. 17) esclarece, no entanto, que o processo metodológico do MoDiMaCo é flexível e que “o professor não tem porque seguir os passos tal como estes se apresentam; a flexibilidade é o que permite abordar diversas culturas, níveis sociais e estilos de aprendizagem”.

Em relação à avaliação da aprendizagem, a mesma autora enfatiza que, no MoDiMaCo, ela deve estar presente desde o início do trabalho:

No momento de abertura do processo diagnosticam-se conhecimentos prévios e obstáculos, sejam eles cognitivos, didáticos, contextuais, epistemológicos ou curriculares; isso permite a reflexão do aluno a respeito de sua situação atual em relação ao curso. [...] No desenvolvimento do processo, não são avaliadas apenas as aprendizagens, mas também os processos de desenvolvimento integral do estudante, como seu desenvolvimento na equipe, sua disposição para o trabalho em grupo, seu compromisso com as tarefas solicitadas. [...] Ao final do trabalho com determinado tema ou conceito, as aprendizagens dos estudantes são avaliadas por meio de atividades ou de eventos contextualizados planejados especialmente para esse fim. [...] Os instrumentos de avaliação podem ser um ou vários dos seguintes tipos: questionários, exercícios, elaboração de mapas conceituais, elaboração de uma síntese sobre o tema trabalhado, realização de um trabalho sobre a história dos conceitos, etc. (CAMARENA, 2017, p. 14).

A premissa que deve guiar a avaliação no MoDiMaCo é que essa deve “estar em correlação com os objetivos de aprendizagem e com os objetivos da futura profissão do estudante” (CAMARENA, 2017, p. 14).

Diante desse cenário, a fase docente da MCC contempla reflexões a respeito de como o professor pode se preparar para atuar em consonância com o MoDiMaCo. E nesse sentido, Camarena (2013) destaca a formação de professores por competências.

O objetivo desse artigo é exatamente dar início às reflexões a respeito das competências docentes daqueles que ensinam Matemática nas Engenharias. Em primeiro lugar, no entanto, apresentamos algumas discussões acerca das tarefas a serem desenvolvidas pelo professor que opta seguir o MoDiMaCo.

3 Tarefas do professor no MoDiMaCo

Ao decidir atuar em consonância ao MoDiMaCo, o docente necessariamente assumirá tarefas essenciais para que as aulas possam ser desenvolvidas. Essas tarefas são explicitadas por Camarena (2017).

Em primeiro lugar, tendo selecionado um conteúdo matemático possível de ser trabalhado por meio de um evento contextualizado ou de um conjunto deles, o professor deverá planejar detalhadamente tais eventos. Esse planejamento exige, podendo haver alterações pontuais em função do papel do evento, as seguintes tarefas:

- I. A identificação de situações, presentes nas disciplinas que compõem a matriz curricular do curso de graduação em questão ou no futuro exercício profissional do engenheiro em formação, a partir das quais os eventos contextualizados podem ser construídos;
- II. A análise das situações identificadas para: verificar se, nas mesmas, de fato estão presentes os conteúdos matemáticos com os quais se deseja trabalhar; identificar se os estudantes possuem os conhecimentos prévios necessários para trabalhar com o evento a ser proposto e se tal situação realmente tem potencial para possibilitar que os graduandos estabeleçam uma vinculação entre os conhecimentos prévios e os emergentes, gerando uma aprendizagem significativa;
- III. A partir das reflexões possibilitadas por meio desse conjunto de tarefas evidenciado em II, o docente deve estabelecer a função do evento contextualizado que está sendo construído, isto é, se o mesmo será utilizado para diagnóstico, motivação, construção de conhecimentos, reforço de conhecimentos, avaliação, superação de obstáculos, entre outros;
- IV. Tendo-se construído o evento e definida sua função, o professor deverá começar a elaborar aquilo que Camarena (2017) denomina de *história do evento contextualizado*. Nesse momento, as informações possíveis de serem explicitadas são: a descrição do evento, sua função, os conhecimentos matemáticos nele envolvidos, os conhecimentos matemáticos prévios requeridos e os conhecimentos do contexto presentes no evento. O docente deverá também refletir a respeito das possíveis maneiras de resolução do evento, dos obstáculos que os alunos poderão enfrentar para resolvê-lo, as possíveis questões a serem colocadas pelos estudantes e as respostas, em forma de perguntas, que poderá dar a eles para auxiliá-los a avançar na resolução do evento;

- V. Conjuntamente à construção de um evento ou de um conjunto de eventos para trabalhar com um tema matemático específico, o professor deverá planejar instrumentos (que podem ser outros eventos com essa função) para diagnosticar conhecimentos prévios dos estudantes em relação ao tema a ser trabalhado ou mesmo obstáculos que deverão ser superados durante esse trabalho. Deverá, então, construir atividades de aprendizagem com o objetivo de reforçar os conhecimentos prévios, construí-los, se for esse o caso, ou de enfrentar obstáculos. Novamente, tais atividades podem também ser eventos contextualizados planejados com essas funções;
- VI. Ainda, nesse momento de preparação prévia, o docente deverá planejar possíveis atividades de aprendizagem a serem trabalhadas caso ele perceba que, durante a resolução do evento contextualizado, os estudantes apresentam dúvidas e, em razão destas, não conseguem mais avançar sem sua intervenção. Para essa tarefa, é importante o professor levar em conta o quanto as ferramentas tecnológicas poderão ser utilizadas como apoio aos alunos nesses momentos;
- VII. Planejar as atividades de aprendizagem visando à descontextualização do conteúdo trabalhado, tendo-se em mente que tais atividades, segundo Camarena (2017), devem: (a) possibilitar aos estudantes transitarem entre representações em diferentes registros do conceito a ser construído; (b) considerar os distintos enfoques dos temas e conceitos matemáticos; (c) estabelecer analogias com conhecimentos que o estudante já possui e vinculações com conhecimentos prévios necessários para a construção do conceito que está sendo estudado; (d) auxiliar o estudante a superar obstáculos que porventura possui; (e) utilizar tecnologias digitais para reforçar ou mediar a aprendizagem;
- VIII. Finalmente, antes de efetivamente iniciar o trabalho em classe com o evento em questão, o docente precisa planejar como fará a avaliação das aprendizagens dos alunos e então construir as atividades ou instrumentos a serem utilizados com essa finalidade.

Concluída essa preparação prévia, o professor pode iniciar, de fato, o trabalho em sala de aula com o evento planejado. Nesse momento, dele serão demandadas as seguintes tarefas:

- IX. Por meio de um questionário desenvolvido especialmente para esse fim, identificar, dentre os estudantes, os líderes emocionais, os intelectuais e os operativos para, em seguida, constituir as equipes colaborativas compostas por três estudantes (um líder emocional, um intelectual e um operativo);

- X. Explicar detalhadamente às equipes o que é esperado de cada uma delas e o que efetivamente significa trabalhar de maneira colaborativa;
- XI. Caso seja a primeira vez que os alunos estejam trabalhando com esse tipo de atividade, o docente deverá guiá-los a partir das etapas de resolução dos eventos (CAMARENA, 2017), a saber:
 - a) Entender o que se quer a partir do evento;
 - b) Identificar as variáveis e as constantes presentes naquele evento;
 - c) Identificar os conceitos e temas envolvidos;
 - d) Determinar as relações entre os conceitos;
 - e) Construir o modelo matemático do evento;
 - f) Resolver as equações presentes no modelo matemático construído;
 - g) Dar a solução do evento;
 - h) Interpretar a solução do evento em termos do contexto.

Por outro lado, se os estudantes já estão habituados aos eventos contextualizados, esse trabalho pode ocorrer de maneira mais autônoma, ou com ênfase nas etapas nas quais o professor já sabe que eles apresentam mais dificuldades.

- XII. Analisar, a partir de seus objetivos ao construir o evento, do desenrolar da resolução do mesmo por cada uma das equipes e dos entraves por elas enfrentados, quando, se necessário, propor atividades complementares ao evento e de que maneira a utilização de tecnologias de informação e comunicação (TIC) pode auxiliar nesse processo e quais são as mais adequadas para esse fim;
- XIII. Caso os estudantes não consigam concluir a resolução do evento conforme um cronograma preestabelecido pelo docente, este deverá avaliar se as equipes darão ou não continuidade a essa resolução nas próximas aulas ou em um fórum virtual de discussão;
- XIV. Por sua vez, quando os estudantes concluem a resolução do evento, a tarefa do docente é, por meio de questionamentos, levá-los a refletir sobre suas aprendizagens, as formas como construíram suas resoluções, os erros cometidos, como estes foram superados e o que foi possível aprender com eles. Enfim, propiciar aos alunos que reflitam a respeito de seus próprios processos de aprendizagem. Vale destacar que a partir desta tarefa, o

professor poderá obter junto aos alunos informações que lhe permitirão avaliar o evento trabalhado e lhe auxiliarão a complementar a *história do evento*;

- XV. Concluída a resolução e a discussão do evento, conforme a função do mesmo, o docente deve trabalhar com as atividades de aprendizagem, explicitadas em VII, visando à descontextualização do conteúdo matemático que está sendo abordado;
- XVI. A tarefa seguinte é a avaliação. O professor deve construir então um diário de bordo para cada uma das equipes e cada um dos estudantes. Para cada uma das atividades desenvolvidas no âmbito do MoDiMaCo, não serão consideradas apenas as aprendizagens em termos de conteúdos matemáticos, mas também o desenvolvimento de habilidades e atitudes. Será observado por exemplo, se o estudante sabe trabalhar em equipe, se teve uma participação efetiva nas atividades, se entregou as tarefas solicitadas, se compareceu assiduamente às aulas, se contribuiu na resolução dos eventos porque possui os conhecimentos necessários, se tem consciência de suas falhas, entre outros.
- XVII. Finalizado o trabalho com o evento, o docente deve retomar, complementar e, se necessário, alterar a *história do evento*, iniciada em IV, elencando outras formas de resolução porventura apresentadas pelos estudantes; os tempos efetivamente dispendidos para resolvê-lo; os obstáculos enfrentados; os questionamentos mais frequentes por parte dos estudantes; as respostas, em forma de perguntas, que o docente deve apresentar frente às dúvidas dos alunos; e, se de fato, o evento cumpriu com seu papel, em que aspectos deve ser reformulado ou se, em função de seus resultados em sala de aula, deve ser descartado.

Para que todas essas tarefas evidenciadas possam ser efetivamente cumpridas a contento pelos docentes que lecionam disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia, é essencial que, em suas formações iniciais, ou conforme mais comumente se observa, em suas práticas, esses professores desenvolvam competências, entendidas – conforme será detalhado na sequência – como um conjunto de conhecimentos, atitudes, habilidades e valores, que os instrumentalizem para trabalhar em consonância com o MoDiMaCo.

Nesse artigo, conforme explicitamos anteriormente, voltamos nossa atenção aos conhecimentos docentes necessários para a execução das tarefas elencadas e como os professores podem construí-los, mas, inicialmente, apresentamos, a partir de uma adaptação do que propõe Camarena (2011, 2015), a concepção de competência que estamos adotando neste trabalho.

4 Competência docente: uma adaptação no âmbito da MCC

Camarena (2011) apresenta uma definição própria para competência, levando em consideração tanto os fundamentos e o pressuposto filosófico educacional da MCC, quanto as particularidades do ensino superior. Para a autora, possibilitar ao graduando em Engenharia que ele desenvolva competências, significa permitir que ele, como futuro profissional, construa alicerces “para enfrentar uma situação-problema fazendo uso da integração de toda sua bagagem de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que são mobilizados em suas estruturas cognitivas” (CAMARENA, 2011, p. 114). Para a autora, portanto, quatro elementos constituem as competências: conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.

Ao propor essa ideia, a autora mexicana se refere especificamente às competências a serem desenvolvidas pelos estudantes universitários de Engenharia, mas, neste trabalho, propomos que, com poucas adaptações, podemos considerar uma definição semelhante para nos referirmos às competências que os professores, que ministram disciplinas matemáticas nos cursos de Engenharia, devem desenvolver para atuarem efetivamente em consonância com o que é proposto pela MCC e, especialmente, pelo modelo didático assumido por tal teoria, o MoDiMaCo.

Assumimos que, para ministrar aulas de Matemática contextualizadas na modalidade de Engenharia em que está atuando, de forma a estabelecer inter-relações entre aquele conteúdo que está sendo trabalhado com os demais já estudados ou a serem desenvolvidos nas disciplinas não matemáticas que dele requer, e também com a futura prática profissional do graduando, o docente deve construir, por meio de diferentes ações e em circunstâncias distintas, conhecimentos, habilidades, atitudes e valores que lhe possibilitem exercer sua prática de forma a efetivamente permitir ao estudante de determinada modalidade de Engenharia que este, também nas aulas de Matemática, construa os alicerces para seu exercício profissional futuro e, conseqüentemente, possa estar apto, como salienta Camarena (2011), para enfrentar uma situação-problema recorrendo para tal, de forma integrada, a toda sua bagagem de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.

Nota-se, portanto, que, em nossa concepção, também as competências docentes, no âmbito da MCC, são constituídas por conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Nesse trabalho, especificamente, voltaremos nossa atenção à componente conhecimentos, analisando aqueles que os professores que atuam nas disciplinas matemáticas de determinada modalidade de Engenharia devem construir para atuarem em concordância com o MoDiMaco e em quais circunstâncias ocorrem tal construção.

5 Categorias de conhecimentos docentes

Em pesquisa destinada a analisar quais conhecimentos docentes podem efetivamente ser desenvolvidos em um curso de Matemática ministrado na modalidade à distância, Silva e Lima (2015), a partir das ideias de Shulman (1986, 1987), Mishra e Koehler (2006) e Ball, Thames e Phelps (2008), apresentam definições para quatro categorias de conhecimentos docentes: de *conteúdo (CC)*, *didático (CD)*, *pedagógico (CP)* e *tecnológico (CT)*. Em seguida, obtém, além das quatro categorias iniciais, outras onze, sendo seis obtidas a partir de intersecções dois a dois: *conhecimento didático do conteúdo (CDC)*, *conhecimento pedagógico do conteúdo (CPC)*, *conhecimento tecnológico do conteúdo (CTC)*, *conhecimento didático tecnológico (CDT)*, *conhecimento pedagógico tecnológico (CPT)*. Outras quatro categorias obtidas a partir de intersecções três a três: *conhecimento didático pedagógico do conteúdo (CDPC)*, *conhecimento didático tecnológico do conteúdo (CDTC)*, *conhecimento didático pedagógico tecnológico (CDPT)*, *conhecimento pedagógico tecnológico do conteúdo (CPTC)*. Finalmente uma categoria, *conhecimento didático pedagógico tecnológico do conteúdo (CDPTC)*, obtida a partir da intersecção das quatro iniciais. Representam então, por meio de diagramas de Venn, essas quinze diferentes categorias de conhecimentos docentes, conforme a Figura 1.

Diante do exposto acima, Silva e Lima (2015) definem cada uma dessas quinze categorias de conhecimentos docentes levando em consideração a formação de professores de Matemática para a Educação Básica. O que propomos nesse artigo é uma adaptação, quando necessária, de tal categorização considerando a construção de conhecimentos por parte daqueles professores que ministram disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia, segundo os preceitos da MCC e do seu modelo didático, o MoDiMaCo.

Conhecimento de Conteúdo (CC): “nesta categoria é desenvolvido o conhecimento de conteúdos relativos à área específica. O professor de Matemática, por exemplo, necessita compreender e ser capaz de articular os conteúdos matemáticos, incluindo seus fatos centrais, conceitos, teorias e procedimentos”, conforme salientam Silva e Lima (2015, p. 117) a partir das considerações de Shulman (1987). No caso específico daquele que leciona disciplinas matemáticas nas Engenharias, o conhecimento de conteúdo se refere a conhecimentos sólidos a respeito de Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, Álgebra Linear, Probabilidade e Estatística.

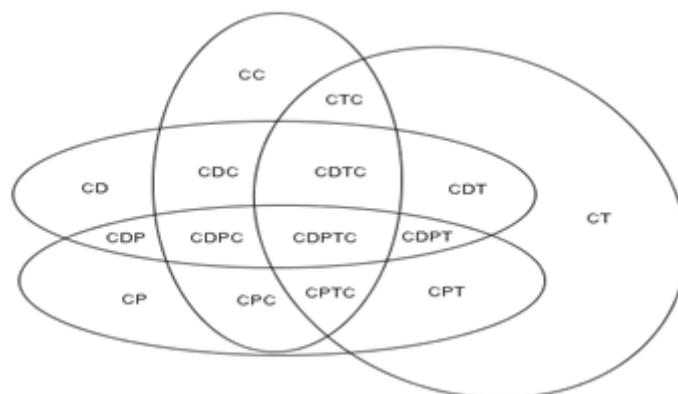


Figura 1: As diferentes categorias de conhecimentos docentes (SILVA e LIMA, 2015, p. 116)

Conhecimento Pedagógico (CP): essa categoria de conhecimento está relacionada não ao ensino e a aprendizagem de determinado conteúdo específico, mas a fins educacionais globais. Diz respeito ao conhecimento genérico de elementos relativos “à aprendizagem dos alunos, incluindo, gestão de sala de aula, desenvolvimento de situações de aprendizagem, a importância de se valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes, diferentes estratégias para avaliar suas compreensões”, dentre outros, como afirmam Silva e Lima (2015, p. 117) a partir dos trabalhos de Mishra e Koehler (2006) e Shulman (1986). Entendemos que o conhecimento pedagógico pode ser concebido da mesma maneira ao refletirmos a respeito dos conhecimentos docentes daquele que leciona Matemática em cursos de Engenharia.

Conhecimento Didático (CD): “trata de reflexões didáticas relativas ao ensino de Matemática, seja na educação básica ou no ensino superior” (SILVA e LIMA, 2015, p. 118). Estes últimos autores destacam que o conhecimento didático, nos cursos destinados à formação do professor de Matemática, está relacionado à Didática da Matemática. Afirmam que, ao tratarem deste conhecimento, reportam-se às teorias, práticas e processos de ensino e de aprendizagem especificamente de conceitos matemáticos.

No caso específico daqueles professores que ministram disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia, de acordo com o que preconiza a MCC, entendemos que o conhecimento didático está relacionado a, além de um desejado domínio da Didática da Matemática, conhecer como ensinar Matemática, em determinada modalidade específica de Engenharia, a partir da *Didática do Contexto* e do modelo didático atrelado a ela, o MoDiMaCo.

Conhecimento Tecnológico (CT): está relacionado às habilidades em utilizar tecnologias, como por exemplo, régua, compasso e esquadro, e tecnologias mais avançadas, como a Internet, *softwares* educacionais, vídeos digitais, entre outros. Silva e Lima (2015, p.118) destacam que,

“no caso das mídias digitais, o conhecimento tecnológico engloba conhecimentos não superficiais de hardware e software, além da capacidade do indivíduo em adaptar-se às novas tecnologias”. Essa mesma definição pode ser tomada ao se refletir a respeito dos conhecimentos de professores de Matemática das Engenharias.

A definição de *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo (CPC)* pode ser adotada, no caso de docentes das Engenharias, da mesma maneira postulada por Silva e Lima (2015, p. 118), como o relacionamento entre o conhecimento de conteúdos matemáticos com aqueles pedagógicos gerais: “Por exemplo, decidir o melhor método de avaliação para conteúdos específicos ensinados, ou como gerir uma aula [...] em grupos, ou ainda, que melhores conteúdos se adequam ao trabalho por projetos”.

No caso do *Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC)*, ao refletirmos especificamente a respeito de professores que ministram disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia, segundo os preceitos da MCC e do MoDiMaCo, a definição apresentada por Silva e Lima (2015) precisa ser adaptada.

Neste caso específico, concebemos tal conhecimento como sendo aquele relacionado à capacidade do professor de, frente a determinado conteúdo matemático específico, vinculá-lo aos conceitos abordados nas disciplinas específicas e profissionalizantes nas diferentes modalidades de Engenharia. Para tanto é necessário planejar, em consonância com a Didática do Contexto e ao MoDiMaCo, a maneira de abordá-lo em sala de aula. Então, em concordância ao que postulam Silva e Lima (2015), também o conhecimento de teorias e ferramentas da Didática da Matemática podem desempenhar um papel importante neste planejamento.

O *Conhecimento Didático Pedagógico (CDP)* daqueles que ensinam Matemática em cursos de Engenharia pode ser interpretado, em nossa visão, como sendo o domínio do professor em utilizar seus conhecimentos pedagógicos gerais para construir, no âmbito da Didática do Contexto e do MoDiMaCo, situações de ensino que visem à aprendizagem de conteúdos matemáticos por estudantes de determinada modalidade de Engenharia.

Em relação ao *Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC)*, Silva e Lima (2015, p. 119) o definem como aquele “a respeito da maneira pela qual a tecnologia e determinado conteúdo (ou determinado campo) da Matemática estão relacionados”. Em nossa concepção, no caso da Engenharia, tal conhecimento refere-se também à capacidade de avaliar, a partir da especificidade desejada na formação do graduando de determinada modalidade de Engenharia, qual recurso tecnológico, dentre os disponíveis, mais apropriado para explorar conteúdos matemáticos.

Da mesma maneira que apresentam Silva e Lima (2015, p.119), também no caso de docentes que lecionam Matemática nas Engenharias, o *Conhecimento Pedagógico Tecnológico (CPD)*, pode ser visto como aquele “a respeito de como as diferentes tecnologias podem ser utilizadas em contextos de ensino e de aprendizagem e quais serão os possíveis resultados deste uso”. Desenvolvendo tal conhecimento, o docente “poderá ter condições de refletir a respeito das mudanças introduzidas pelas tecnologias nos processos de construção de conhecimento, na gestão das aulas, nas avaliações e na relação entre o aluno e o saber”.

Em relação ao *Conhecimento Didático Tecnológico (CDT)*, uma adaptação é necessária ao considerar o contexto em questão neste artigo. Esse conhecimento docente, no caso de professores de Matemática em cursos de Engenharia, é aquele que lhes possibilita analisar, levando em consideração a Didática do Contexto e o MoDiMaCo, de que maneira as diferentes tecnologias podem ser utilizadas nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática nas diferentes Engenharias e quais os recursos, dentre aqueles disponíveis, mais apropriados para tal.

O *Conhecimento Didático Tecnológico do Conteúdo (CDTC)*, no caso de professores de Matemática das Engenharias, é aquele que lhes permitem refletir, a partir da Didática do Contexto, do MoDiMaCo e da Didática da Matemática, de que maneira um determinado conteúdo matemático em uma modalidade específica de Engenharia, as diferentes tecnologias podem ser empregadas.

O *Conhecimento Didático Pedagógico do Conteúdo (CDPC)* daquele que leciona Matemática em cursos de Engenharia, é o que possibilita ao professor refletir a respeito de aspectos a serem considerados durante os processos de ensino e de aprendizagem de determinado conteúdo matemático em uma modalidade específica de Engenharia.

Relativamente ao *Conhecimento Didático Pedagógico Tecnológico (CDPT)*, ele pode, a partir do que apresentam Silva e Lima (2015), ser adaptado, para o caso de professores de Matemática em graduações em Engenharia, como sendo o conhecimento que permite ao professor analisar, com base na Didática do Contexto, em seu modelo didático, o MoDiMaCo, nas teorias da Didática da Matemática e também a partir de seus conhecimentos pedagógicos, como as diferentes tecnologias podem ser utilizadas no processo de ensino e de aprendizagem da Matemática, quais resultados a introdução desses recursos podem trazer para a construção do conhecimento matemático dos estudantes e, dentre as ferramentas disponíveis, quais são aquelas mais adequadas para serem utilizadas no ensino de Matemática em cada Engenharia específica.

O *Conhecimento Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (CPTC)* pode ser concebido como aquele que permite ao professor, a partir de seus conhecimentos pedagógicos, analisar de que maneira as diferentes tecnologias podem ser empregadas nos processos de ensino e de aprendizagem de determinado conteúdo matemático, em cada uma das diferentes modalidades de Engenharia e quais resultados a introdução desses recursos podem trazer para a formação dos graduandos.

Finalmente, o *Conhecimento Didático Pedagógico Tecnológico do Conteúdo (CDPTC)* é aquele que permite ao professor buscar, com base na Didática do Contexto, no MoDiMaCo, nas teorias da Didática da Matemática, em seus conhecimentos pedagógicos gerais, tecnológicos e de conteúdo, estratégias de ensino adequadas a cada modalidade de Engenharia visando maximizar a aprendizagem dos estudantes a respeito de determinado conteúdo matemático.

Entendemos que, para desempenhar cada uma das tarefas elencadas na terceira seção desse artigo, os professores que lecionam disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia em consonância com a MCC e seu modelo didático, precisam mobilizar, muitas vezes de maneira simultânea, conhecimentos docentes pertencentes a essas diferentes categorias. Mas que circunstâncias oportunizam a construção de tais conhecimentos por parte desses professores? É esse aspecto que discutimos na sequência.

6 A construção de conhecimentos docentes

As formações dos professores que ensinam Matemática em cursos de Engenharia, em geral, são diversificadas. Estes podem ser engenheiros, licenciados ou bacharéis em Matemática, Física, entre outras especialidades. Mas, de qualquer maneira, espera-se que o *Conhecimento de Conteúdo (CC)* tenha sido construído pelo docente durante sua formação inicial. Apenas esse tipo de conhecimento, no entanto, não é suficiente para o professor ministrar suas aulas em consonância à MCC e ao MoDiMaCo; são necessários também conhecimentos pedagógicos, didáticos, tecnológicos, além, é claro, de mobilizações conjuntas de duas ou mais dessas categorias de conhecimentos.

Em relação ao *Conhecimento Tecnológico (CT)*, entendemos que o mesmo pode ser construído pelo docente tanto de maneira autodidata, na sua atuação profissional, em formações continuadas e por meio de cursos extracurriculares.

Especialmente em razão da mencionada diversidade de formações, as construções dos

Conhecimentos Didáticos (CD) e dos *Conhecimentos Pedagógicos (CP)* não ocorrem, ao menos para uma parcela dos docentes, em suas formações iniciais. Podem ocorrer em cursos de Pós-graduação *lato sensu* (especializações) ou *stricto sensu* (mestrados e doutorados) ou, ainda, em suas próprias práticas.

Postulamos que a realização de investigações, conduzidas de acordo com a metodologia *Dipping*, tomando por base a análise de livros didáticos ou outros tipos de materiais utilizados como referências básicas em disciplinas não matemáticas da Engenharia, visando compreender o efetivo papel de cada uma das disciplinas matemáticas presentes nas grades curriculares de cada modalidade de Engenharia, se constitui como ferramenta em potencial para a construção, por parte de tais docentes, de *conhecimentos didáticos* considerados conforme a concepção adotada neste trabalho.

Por meio da aplicação da metodologia *Dipping*, é possível compreender, em profundidade, como cada disciplina matemática do curso de Engenharia em foco está vinculada às não matemáticas, quais conceitos matemáticos são empregados em cada uma das disciplinas não matemáticas. Em que situações tal mobilização se dá, as diferenças nas representações de um mesmo objeto matemático nas diferentes componentes curriculares, se determinado conceito é utilizado como ferramenta ou como embasamento teórico para a construção de um conceito de outra área, de que maneira o formado mobiliza conceitos matemáticos em seu cotidiano profissional e quais as possíveis dificuldades dos ingressantes em relação a conceitos fundamentais de Matemática estudados na Educação Básica. Tal compreensão possibilita, em nossa visão, ao professor construir conhecimentos didáticos e as intersecções deste com as demais categorias definidas de conhecimentos docentes.

Em relação aos *conhecimentos pedagógicos*, entendemos que, caso o docente não tenha cursado licenciatura em sua formação inicial, esses são normalmente construídos por meio de formações docentes (como aquelas explorando diferentes metodologias de aprendizagem ativa, bastante em voga atualmente, especialmente entre professores da Engenharia), cursos de formações pedagógicas para graduados e cursos de pós-graduação, como, por exemplo, especialização em Didática do Ensino Superior, mestrado ou doutorado em Educação Matemática, Ensino de Ciências e Matemática, entre outros. A construção desse tipo de conhecimento também pode se dar por meio de participações em eventos científicos da área de Educação, de Educação Matemática e, em especial, da área de Educação em Engenharia, como, por exemplo, o Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE) e em Grupos de Trabalho nos

quais são discutidos os processos de ensino e de aprendizagem em cursos de Engenharia, como, aqueles mantidos pela Associação Brasileira de Educação em Engenharia (ABENGE). Podemos citar dois deles: *Ciências Básicas e Matemática na Engenharia* e *Aprendizagem Ativa na Engenharia*.

A partir do que apresentamos nesta seção, podemos afirmar que embora se espere que qualquer profissional busque constantemente atualizar seus conhecimentos, isso é ainda mais fundamental para o docente que ensina Matemática nas Engenharias. Tais professores devem conhecer as especificidades dos cursos em que atuam e de que maneira a Matemática é mobilizada nos mesmos e nos cotidianos profissionais de seus egressos. Reflexões a esse respeito exigem tanto uma postura investigativa do professor, quanto o estabelecimento de um diálogo constante entre aqueles que ensinam Matemática e os demais docentes dos diferentes cursos de Engenharia oferecidos pela instituição em que atuam.

7 Considerações

Conforme apresentamos nesse artigo, atuar em consonância à MCC e ao MoDiMaCo exige do docente que leciona disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia, além de uma postura investigativa que o possibilite evidenciar as vinculações entre a Matemática, a modalidade de Engenharia em questão e o futuro cotidiano profissional do egresso, a execução, de maneira bem estruturada, de uma série de tarefas, sendo algumas anteriores à realização das aulas, outras em sala de aula e as demais após o desenvolvimento em classe do trabalho com os eventos contextualizados, principal estratégia didático-pedagógica do MoDiMaCo.

A execução dessas tarefas exige dos professores a mobilização de uma série de competências, estas entendidas como um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Especificamente em relação à componente conhecimentos, ela se subdivide em categorias: conhecimentos de conteúdo, didáticos, pedagógicos e tecnológicos. Engloba também as diferentes intersecções entre cada uma dessas categorias.

É necessário explicitar que categorias de conhecimentos são demandadas em cada uma das tarefas e a partir disso, planejar formações docentes institucionais ou estratégias de autoformação para que os professores que lecionam Matemática em cursos de Engenharia possam efetivamente construir tais conhecimentos de maneira sistematizada. Esse será o foco de nossas pesquisas futuras, nas quais voltaremos nossa atenção também para reflexões referentes

às demais componentes que, juntamente com os conhecimentos, constituem as competências docentes.

Referências

BALL, Deborah Loewenberg; THAMES, Mark Hoover; PHELPS, Geoffrey. [Content knowledge for teaching: what makes it special?](#) *Journal of Teacher Education*, v. 59, n. 5, p. 389-407, nov. 2008. DOI: 10.1177/0022487108324554.

CAMARENA, Patricia. [A treinta años de la teoría educativa "Matemática en el Contexto de las Ciencias"](#). *Innovación Educativa*, México, v. 13, n. 62, p. 17-44, maio/ago. 2013.

CAMARENA, Patricia. Concepción de competencias de las ciencias básicas em el nivel universitario. In: DIPP, Adla J.; MACÍAS, Arturo B. (Org.). *Competencias y Educación – miradas múltiples de una relación*. México: Instituto Universitario Anglo Español A.C e Red Durango de Investigadores Educativos A.C., 2011, p. 88-118.

CAMARENA, Patricia. Constructos Teóricos de la Metodología Dipping en el Área de la Matemática. In: CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA Y DE SISTEMAS, 3, 2004, Ciudad de México. Memorias do 3º CNIES. Ciudad de México: IPN - ESIME - SEPI, 2004, p. 1-7.

CAMARENA, Patricia. [Didáctica de la matemática en contexto](#). *Educação Matemática Pesquisa*, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 1-26, maio/ago. 2017. DOI: 10.23925/1983-3156.2017v19i2p1-26.

CAMARENA, Patricia. [La matemática social en el desarrollo integral del alumno](#). *Innovación Educativa*, México, v. 14, n. 65, p. 143-149, maio/ago. 2014.

CAMARENA, Patricia. [Teoría de las ciências em contexto y su relación com las competencias](#). *Ingenium*, Bogotá, v. 16, n. 31, p.108-127, 2015.

HOWSON, Albert Geoffrey; KAHANE, Jean-Pierre; LAUGINIE, Pierri; TURCKEIM, Elisabeth. *Mathematics as a Service Subject*. Cambridge: Cambridge University Press, 1988.

LIMA, Gabriel Loureiro de; BIANCHINI, Barbara Lutaif; GOMES, Eloiza. [Dipping: uma metodologia para o planejamento ou redirecionamento de programas de ensino de matemática em cursos de engenharia](#). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, XLIV, 2016, Natal. Anais do XLIV COBENGE. Natal: ABENGE, 2016, p. 1-10.

MISHRA, Punya; KOEHLER, Matthew J. [Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge](#). *Teachers College Record*, New York, v. 108, n. 6, p. 1017-1054, jun. 2006.

SHULMAN, Lee S. [Knowledge and Teaching: foundations of the new reform](#). *Harvard Educational Review*, Cambridge, v. 57, n.1, p. 1-22, 1987. DOI: 10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411.

SHULMAN, Lee S. [Those who understand: knowledge growth in teaching](#). *Educational Researcher*, Washington, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev. 1986. DOI: 10.2307/1175860.

SILVA, Maria José Ferreira da; LIMA, Gabriel Loureiro de. [Conhecimentos desenvolvidos em um curso de licenciatura em Matemática na modalidade a distância](#). In: CONFERENCIA INTERAMERICANA DE EDUCACIÓN MATEMÁTICA, 14, Chiapas, 2015. Anais do XIV CIAEM. Chiapas: ICME, 2015, p. 113-124.