

COMPETÊNCIAS A SEREM DESENVOLVIDAS PELOS PROFESSORES DE MATEMÁTICA DOS CURSOS DE ENGENHARIA: PRIMEIRAS REFLEXÕES

Profa. Dra. Eloiza Gomes – Profa. Dra. Barbara L. Bianchini –

Prof. Dr. Gabriel L. de Lima – Profa. Dra. Joelma I. Nomura

eloiza@maua.br – barbaralb@gmail.com –

gllima@pucsp.br – joelma.nomura@terra.com

Instituto Mauá de Tecnologia – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo - Brasil

Núcleo Temático: Matemáticas y su integración con otras áreas

Modalidad: CB

Nível educativo: Educação de Adultos

Palabras clave: Competência docente, Engenharia, Matemática no Contexto das Ciências, Metodologia *Dipping*.

Resumo

*No âmbito da teoria A Matemática no Contexto das Ciências, formulada por Camarena, as competências são constituídas pela integração de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores. Além disso, conforme os preceitos de tal teoria, os processos de ensino e de aprendizagem de Matemática em cursos de Engenharia, quando orientados pelo Modelo Didático da Matemática em Contexto, fornecem ao estudante a oportunidade de desenvolver, além de conhecimentos matemáticos, outros elementos fundamentais para que os graduandos possam, depois de formados, exercer com qualidade sua profissão. A partir destas considerações, o objetivo desse trabalho, de cunho teórico-bibliográfico, é dar início às análises a respeito de quais competências os docentes que ministram aulas de Matemática nesses cursos devem desenvolver para atuar em consonância com tais ideias. Buscamos especificamente refletir sobre uma de suas componentes: os conhecimentos, analisando aqueles que tais professores devem construir e em quais circunstâncias ocorrem tal construção, evidenciando as possíveis contribuições que os dados coletados por meio das diferentes etapas da metodologia *Dipping* podem trazer para o desenvolvimento desses conhecimentos docentes.*

Introdução

Neste artigo, damos início às reflexões referentes às competências a serem desenvolvidas pelos docentes que ministram aulas de Matemática em cursos de Engenharia em consonância aos preceitos da Matemática em Contexto das Ciências (MCC) e de seu modelo didático. Concebendo tais competências como um conjunto de conhecimentos, habilidades, atitudes e valores, optamos por discutir, neste trabalho, 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.

Inicialmente, no entanto, apresentamos considerações gerais a respeito de tal teoria, de seu modelo didático e da noção de competência docente por nós adotada.

A Matemática no Contexto das Ciências (MCC) e o Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo)

Considerando que a maior parte das teorias educacionais foram originalmente desenvolvidas com foco em questões referentes ao ensino e a 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 uma teoria voltada especificamente para o ensino da Matemática na universidade, mais precisamente, para cursos nos quais a Matemática não é uma meta por si mesma, como é o caso, por exemplo, das Engenharias. Os objetivos centrais da MCC são vincular a Matemática a outras ciências e às situações a serem enfrentadas pelos graduados em suas atuações profissionais.

De acordo com Camarena (2013), nesta teoria, 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). Neste trabalho, voltaremos 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 en 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.

Os problemas da Engenharia surgiram, epistemologicamente, de maneira interligada aos da Matemática. Cabe ao professor, portanto, atuando em concordância com o MoDiMaCo, explicitar tais articulações. Desta forma, em linhas gerais, tal Modelo, inserido naquilo que Camarena (2013) denomina de *Didática do Contexto*, consiste em apresentar ao estudante, uma Matemática interdisciplinar, contextualizada nas áreas de conhecimento de sua futura profissão, por meio de *eventos contextualizados*, que podem ser problemas ou projetos (Camarena, 2013).

Diante deste 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 neste sentido, Camarena (2013) destaca a formação de professores por competências.

O objetivo deste artigo é exatamente dar início às reflexões a respeito das competências docentes daqueles que ensinam Matemática nas Engenharias e, para isso, na próxima seção, conceituamos tal termo no âmbito da MCC.

Competência docente: uma adaptação no âmbito da MCC

Para Camarena (2011), 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 como citado em Bianchini, Lima, Gomes & Nomura, 2017, no prelo). Nesta visão, quatro elementos constituem as competências: conhecimentos, habilidades, atitudes e valores.

De maneira semelhante, em relação às competências docentes daqueles que ensinam Matemática nas Engenharias, assumiremos que para ministrar aulas de Matemática contextualizadas, de forma a estabelecer inter-relações entre aquele conteúdo que está sendo trabalhado e os demais já estudados ou a serem desenvolvidos nas disciplinas não matemáticas que dele requerem, 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 construa os alicerces para seu exercício profissional futuro.

Neste trabalho, especificamente, voltaremos nossa atenção à componente *conhecimentos* das competências docentes, analisando aqueles que os professores precisam construir para atuar em concordância com o MoDiMaCo e em quais circunstâncias ocorrem tal construção.

Categorias de conhecimentos docentes

Em pesquisa destinada a analisar quais conhecimentos docentes podem ser desenvolvidos em um curso de Licenciatura em Matemática, Silva e Lima (2015), a partir das ideias de Shulman (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, obtêm, além das quatro categorias iniciais, outras onze, sendo seis obtidas a partir de intersecções dois a dois, quatro a partir de intersecções três a três, e, finalmente, uma a partir da intersecção das quatro iniciais. Os autores então 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 neste artigo é uma ampliação, quando necessária, de tal categorização considerando, no entanto, a construção de conhecimentos por parte daqueles professores que ministram disciplinas matemáticas em cursos de Engenharia segundo a MCC e seu modelo didático, o MoDiMaCo.

Neste caso específico, as noções de *Conhecimento de Conteúdo* (CC), *Conhecimento Pedagógico* (CP) e *Conhecimento Tecnológico* (CT) podem ser consideradas exatamente como apresentam Silva e Lima (2015), observando-se, no entanto, que, em relação ao *Conhecimento de Conteúdo* (CC), o docente que atua nas graduações em Engenharia deve possuir conhecimentos sólidos a respeito da Matemática do ensino superior, como, por exemplo, Cálculo, Geometria Analítica, Álgebra Linear, etc.

Em relação ao *Conhecimento Didático* (CD), é necessária uma adaptação. Entendemos que, no caso considerado neste artigo, está relacionado à, além de um desejado domínio das teorias 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.

As definições de *Conhecimento Pedagógico do Conteúdo* (CPC) e *Conhecimento Pedagógico Tecnológico* (CPT) podem ser adotadas, da mesma maneira postulada por Silva

e Lima (2015). Já as outras nove categorias precisam de ampliações em relação àquilo que consideram os autores supracitados.

No caso do *Conhecimento Didático do Conteúdo (CDC)*, o concebemos como sendo aquele relacionado à capacidade do professor de vincular um conteúdo matemático específico às mobilizações que serão necessárias em relação ao mesmo nas disciplinas específicas e profissionalizantes da modalidade de Engenharia em questão e, a partir deste conhecimento planejar a maneira de abordá-lo em sala de aula.

O *Conhecimento Didático Pedagógico (CDP)* pode ser interpretado como sendo o domínio do professor em utilizar seus conhecimentos pedagógicos gerais para construir situações de ensino que visem à aprendizagem de conteúdos matemáticos em determinada modalidade de Engenharia.

Em relação ao *Conhecimento Tecnológico do Conteúdo (CTC)*, o mesmo refere-se à capacidade de avaliar, a partir da especificidade desejada na formação do graduando, qual recurso tecnológico, dentre os disponíveis, é mais apropriado para explorar certo conteúdo matemático naquele contexto de formação.

Já o *Conhecimento Didático Tecnológico (CDT)* é aquele que possibilita ao professor, analisar, levando em conta seus conhecimentos didáticos, de que maneira as diferentes tecnologias podem ser utilizadas nos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática em uma modalidade específica de Engenharia e quais os recursos, dentre aqueles disponíveis, mais apropriados para tal.

O *Conhecimento Didático Tecnológico do Conteúdo (CDTC)* é aquele que permite ao docente refletir, novamente a partir de seus conhecimentos didáticos, de que maneira, as diferentes tecnologias podem ser empregadas no ensino de um conteúdo matemático em determinada Engenharia.

O *Conhecimento Didático Pedagógico do Conteúdo (CDPC)* é aquele que possibilita ao professor, a partir de conhecimentos didáticos e daqueles gerais oriundos da Pedagogia, refletir a respeito de aspectos a serem considerados durante os processos de ensino e de aprendizagem de determinado conteúdo matemático no contexto em questão.

Relativamente ao *Conhecimento Didático Pedagógico Tecnológico (CDPT)*, o concebemos como sendo o que permite ao professor analisar, com base em conhecimentos didáticos e 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 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, a partir de conhecimentos didáticos, pedagógicos, 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.

Discutiremos a seguir algumas circunstâncias nas quais podem ocorrer as construções desses conhecimentos docentes explicitados, destacando, especialmente, as potencialidades para tal da metodologia *Dipping*.

A construção de conhecimentos docentes

As formações dos professores que ministram aulas de Matemática em cursos de Engenharia, em geral, são diversificadas. Estes podem ser licenciados ou bacharéis em Matemática, físicos, engenheiros, etc. Mas, de qualquer maneira, espera-se que o *Conhecimento de Conteúdo (CC)* tenha sido construído pelo docente durante sua formação inicial.

Já o *Conhecimento Tecnológico (CT)* pode ser construído pelo docente tanto de maneira autodidata, quanto em 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 que não necessariamente de maneira sistematizada, em suas próprias práticas. Postulamos neste artigo que a realização de investigações, conduzidas de acordo com a metodologia *Dipping*, 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.

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, levará, em nossa visão, o professor a construir conhecimentos didáticos e as intersecções deste com as demais categorias definidas.

Por exemplo, conhecendo que situações da Engenharia Mecânica requerem a resolução de uma equação diferencial linear de segunda ordem, o professor poderá refletir a respeito de como trabalhar, em sala de aula, com esse objeto matemático, de maneira vinculada às mobilizações que dele serão necessárias tanto nas disciplinas não matemáticas do curso, quanto no cotidiano profissional do futuro graduado, planejando, em consonância à Didática do Contexto e ao MoDiMaCo e com auxílio das ferramentas e teorias da Didática da Matemática, situações para o ensino e a aprendizagem específicas desse tipo de equação na Engenharia Mecânica (*CDC*). Poderá também analisar quais as tecnologias mais adequadas para serem inseridas nesses processos de ensino e de aprendizagem (*CDTC*), quais as possibilidades de avaliar a construção do conhecimento de tal conteúdo no curso em questão consonantes com o MoDiMaCo (*CDPC*), etc.

Considerações Finais

Embora se espere que qualquer profissional busque constantemente atualizar seus conhecimentos, salientamos que isso é ainda mais fundamental para o docente que ensina

Matemática nas Engenharias. Entendemos, a partir das reflexões que temos realizado com base na MCC, que 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. Análises a esse respeito, que conforme salientamos, podem ser realizadas a partir dos dados obtidos por meio da *Dipping*, e que, a nosso ver, são potencialmente ricas para o desenvolvimento de conhecimentos didáticos, entendidos a partir da concepção explicitada neste artigo, 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.

Outra questão a ser destacada é que, ao refletirmos a respeito dos conhecimentos daqueles que lecionam Matemática nas Engenharias, evidencia-se a necessidade de se oferecer a tais docentes oportunidades para que construam conhecimentos pedagógicos, uma vez que, como salientamos, em razão da diversidade de formações de tais professores, não são todos que puderam construí-los de maneira sistematizada.

Finalmente, salientamos que, em estudos futuros, nos deteremos em reflexões referentes às demais componentes que, juntamente com os conhecimentos, constituem as competências docentes.

Referências bibliográficas

Ball, D. L., Thames, M. H., & Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes It Special? *Journal of Teacher Education*, 59 (5), 389-407. Recuperado de <http://jte.sagepub.com/content/59/5/389>. doi: 10.1177/0022487108324554

Bianchini, B. L., Lima, G. L., Gomes, E., & Nomura, J. I. (no prelo). Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MCC. *Educação Matemática Pesquisa*, 19 (1), 2017.

Camarena, P. (2004). Constructos Teóricos de la Metodología Dipping en el Área de la Matemática. *Memorias do Congreso Internacional de Ingeniería Electromecánica y de Sistemas*. Cidade de México, México, 3.

Camarena, P. (2011). Concepción de competencias de las ciencias básicas em el nível universitário. In Adla J. Dipp, & Arturo B. Macías (Orgs.), *Competencias y Educación – miradas múltiples de una relación* (Cap. 4, pp.88-118). México: Instituto Universitario Anglo Español A.C e Red Durango de Investigadores Educativos A.C.

Camarena, P. (2013). A treinta años de la teoría educativa “Matemática en el Contexto de las Ciencias”. *Innovación Educativa*, 13(62), 17-44. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v13n62/v13n62a3.pdf>

Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: a framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.

Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

Silva, M. J. F., & Lima, G. L. (2015). Conhecimentos desenvolvidos em um curso de licenciatura em Matemática na modalidade a distância. In Patrick Scott, & Ángel Ruíz (Eds.), *Educación Matemática en las Américas: 2015. Volumen 2: Formación Inicial para Secundaria* (pp. 113-124). República Dominicana: Comité Interamericano de Educación Matemática (CIAEM).