

MOBILIZAÇÃO DE CONCEITOS DE GEOMETRIA ANALÍTICA E DE ÁLGEBRA LINEAR NAS ENGENHARIAS CIVIL E DE PRODUÇÃO

Barbara Lutaif Bianchini¹ – Eloiza Gomes² – Gabriel Loureiro de Lima³ – Guilherme
Fernandes Oliveira⁴ – Sheila Stravate Leonel⁵
barbara@pucsp.br¹ – eloiza@maua.br² – gllima@pucsp.br³ guif.oliveira@yahoo.com.br³
⁴ – sheilastravate@gmail.com⁵

PUC/SP – FCET, Brasil¹ – CEUN-IMT, Brasil² – PUC/SP – FCET, Brasil³
CEUN-IMT, Brasil⁴ – PUC-SP, Brasil⁵

Núcleo temático: Matemáticas y su integración con otras áreas

Modalidade: Comunicação Breve: CB

Nível educativo: Educación de adultos

Palabras clave: Engenharia, Matemática no Contexto das Ciências, Metodologia *Dipping*,
Núcleo Básico.

Resumo

*Neste trabalho, buscamos perceber como acontece, na graduação em Engenharia, a vinculação entre os conteúdos das disciplinas matemáticas e das não matemáticas. Neste artigo, analisamos, à luz da teoria A Matemática no Contexto das Ciências, desenvolvida por Camarena, e especificamente por meio dos preceitos da metodologia *Dipping*, no âmbito da fase curricular de tal teoria, como conceitos de Geometria Analítica (GA) e de Álgebra Linear (AL) são mobilizados por algumas disciplinas não matemáticas nas engenharias Civil e de Produção. Em relação à AL, identificou-se nas disciplinas Fenômenos de Transporte, Eletromagnetismo e Mecânica dos Corpos Rígidos, a mobilização do conceito de Transformações no Plano, tais como cisalhamento, rotação e translação e na disciplina Eletricidade Básica, é frequente a utilização de Sistemas Lineares. De maneira semelhante, os trabalhos desenvolvidos em GA atestam fortes vinculações com as disciplinas Pesquisa Operacional I, Eletricidade e Ciências Térmicas, mobilizadas durante o manuseio de vetores representando números complexos, interpretação geométrica de sistemas elétricos em corrente alternada, esboços e interpretações de gráficos, bem como abordagens geométricas de problemas de otimização de funções.*

Introdução

No Brasil, como assinalam Oliveira e Gomes (2016a), as Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia (Resolução CNE/CES 11/2002) estabelecem que cada curso, independentemente de sua modalidade, deve contemplar, em seu currículo, uma divisão dos

conteúdos em três núcleos: básico, profissionalizante e específico. Os autores salientam também que, em geral, as disciplinas do núcleo básico estão mais concentradas nos semestres iniciais dos cursos e contemplam, majoritariamente, conteúdos relacionados às áreas de Física, Química e Matemática. As vinculações entre as disciplinas matemáticas Geometria Analítica (GA) e Álgebra Linear (AL) e aquelas não matemáticas dos núcleos básicos das Engenharias Civil e de Produção ofertadas pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC/SP) e pelo Instituto Mauá de Tecnologia (IMT) são os objetos de estudo neste artigo.

As necessárias vinculações entre as disciplinas matemáticas e as demais que compõem um curso de Engenharia estão no cerne da teoria *A Matemática no Contexto das Ciências* (MCC), que a pesquisadora Patricia Camarena Gallardo, do Instituto Politécnico Nacional (IPN) do México, começou a desenvolver a partir de 1982 e que sustenta a investigação apresentada por meio deste artigo. Segundo Camarena (2013), busca-se, com o auxílio dessa teoria, que contempla cinco fases interligadas (curricular, didática, cognitiva, epistemológica e docente), em primeira instância, discutir as possibilidades de um ensino mais contextualizado, sobretudo a partir da exploração da vinculação da Matemática com outras ciências, e adaptado às reais necessidades dos estudantes de Engenharia, no que concerne à mobilização de conceitos e ferramentas matemáticas, tanto nas demais disciplinas do curso, quanto em sua atuação profissional, visando, a partir de tais reflexões, planejar abordagens para essas disciplinas que possam levar o aluno à construção efetiva de uma Matemática para a vida, que o permita agir de maneira analítica, lógica e bem fundamentada.

Para a coleta e análise dos dados, nos detemos na fase curricular da MCC, que contempla uma metodologia específica, a *Dipping*, apresentada a seguir e detalhada em Camarena (2002), Camarena (2004) e Lima, Bianchini e Gomes (2016).

Metodologia *Dipping*

No âmbito da fase curricular da MCC, Camarena (2002), desenvolveu a Metodologia *Dipping* (*Diseño de programas de estudio de matemáticas en carreras de ingeniería*), em torno da premissa de que, em um curso de Engenharia, as disciplinas de Matemática devem possuir programas objetivos, nos quais o docente efetivamente perceba o motivo pelo qual cada tema está nele presente. Visa-se proporcionar a reflexão a respeito do porquê se ensinar

Matemática para aquele público-alvo, bem como que habilidades matemáticas devem ser desenvolvidas a fim de contribuir para uma formação integral do futuro profissional (Oliveira & Gomes, 2016b).

A *Dipping* é composta por três etapas: central, precedente e consequente, das quais a central alicerça esta investigação, haja vista que esta consiste em realizar uma análise dos conteúdos de GA e de AL que, implicitamente ou explicitamente, são mobilizados pelas disciplinas não matemáticas dos cursos de Engenharia Civil e de Produção.

A etapa central, segundo Camarena (2002), realiza-se por meio da análise dos materiais mais utilizados como referências nas disciplinas não matemáticas daquela modalidade de Engenharia que está sendo investigada. Na investigação aqui relatada, inicialmente realizamos uma sondagem junto aos docentes responsáveis pelas disciplinas não matemáticas do núcleo básico, e então voltamos nossa atenção apenas para aquelas nas quais a mobilização de conceitos de GA e de AL efetivamente ocorre.

Grades de análise para Geometria Analítica

De acordo com a etapa Central da Metodologia *Dipping*, propõe-se a construção de uma análise descritiva capaz de salientar os conceitos abordados em uma determinada disciplina que retomam ou abordam conteúdos característicos de GA.

O estudo conduzido atesta, em linhas gerais, fortes correlações entre GA e as disciplinas não matemáticas da Engenharia de Produção, evidenciando que esta vinculação pode ser percebida, dentre outras, em Pesquisa Operacional, Ciências Térmicas e Eletricidade. Destacam-se, neste trabalho, os resultados obtidos na análise exploratória da bibliografia básica das disciplinas de Pesquisa Operacional I e Eletricidade.

A área de Pesquisa Operacional é, por muitas vezes, tida como o âmago da Engenharia de Produção. Fundamentada em simulações a partir de modelos matemáticos e fortemente voltada à otimização de funções, a disciplina Pesquisa Operacional I utiliza diversos métodos de solução de problemas lineares e não lineares nos quais mobiliza-se, implicitamente, alguns conhecimentos de GA. Além disso, identifica-se que a aprendizagem da disciplina em questão é muito facilitada em situações nas quais o aluno domina métodos de raciocínio frequentemente utilizados em GA.

O aluno que efetivamente domina os conteúdos de GA poderá mais facilmente compreender os conceitos de Pesquisa Operacional I e não somente os procedimentos técnicos associados a eles. Na Figura 1 está exposta a grade de análise desenvolvida para a disciplina de Pesquisa Operacional I.

A disciplina de Eletricidade desenvolve os conhecimentos que permeiam o funcionamento natural de sistemas elétricos, bem como os mecanismos básicos de programação binária, baseando-se na lógica matemática.

Em uma linha de aplicação distinta da Pesquisa Operacional I, a disciplina Eletricidade emprega os conceitos de GA como ferramentas explícitas, tanto na construção de noções básicas, como na resolução de problemas envolvendo sistemas elétricos.

Destaca-se, contudo, que tanto em Pesquisa Operacional I, quanto em Eletricidade, o entendimento, por parte dos estudantes, dos fundamentos de tais disciplinas é igualmente prejudicado se não houver a compreensão efetiva dos conceitos anteriormente estudados em GA. Na Figura 2 está exposta a grade de análise desenvolvida para a disciplina de Eletricidade.

Conceito Matemático Mobilizado	Mobilização se dá no trabalho com qual conceito da disciplina	Tipos de situações nas quais o conceito é mobilizado	Conceito é mobilizado como ferramenta ou embasamento teórico
Geometria Plana e Espacial; Equacionamento de Retas e Planos; Noção de Lógica Geométrica	Solução Gráfica de Problemas de Programação Linear	Disposição de Retas e Planos no Espaço Cartesiano, bem como suas respectivas intersecções com determinado Plano; Noção de Crescimento e Decrescimento de uma Função Expressa por um Plano	Embasamento Teórico
Representação Vetorial de Soluções de Sistemas Lineares	Algoritmo SIMPLEX	Resolução e Montagem de Tabelas de Resolução de Problemas de Programação Linear, Utilizando o Algoritmo SIMPLEX	Ferramenta
Geometria Plana e Espacial; Equacionamento de Retas, Planos, Superfícies Cilíndricas e Quádricas; Noção de Lógica Geométrica	Problemas de Programação Não Linear	Disposição de Retas, Planos, Superfícies Cilíndricas e Quádricas no Espaço Cartesiano, bem como suas respectivas intersecções com determinado Plano ou Superfície; Noção de Crescimento e Decrescimento de uma Função Expressa por uma Superfície ou Curva	Embasamento Teórico

Figura 1. Grade de análise para Pesquisa Operacional I

Conceito Matemático Mobilizado	Mobilização se dá no trabalho com qual conceito da disciplina	Tipos de situações nas quais o conceito é mobilizado	Conceito é mobilizado como ferramenta ou embasamento teórico
Soma Vetorial	Circuitos em Corrente Alternada	Manuseio de Vetores que Representam Números Complexos; Fasores; Associações de Impedâncias; Fator de Potência	Ferramenta
Vetor	Análise Geral de Circuitos	Determinação de Sentidos de "Intensidade de Corrente Elétrica"; Aplicação das Leis de Kirchhoff, Maxwell e Superposição	Ferramenta

Figura 2. Grade de análise para Eletricidade

Mobilização dos conceitos de Álgebra Linear

Em conformidade com a proposição oferecida pela etapa central da Metodologia *Dipping* estabeleceu-se a vinculação curricular entre AL e as disciplinas não matemáticas pertencentes do curso de Engenharia Civil. A Figura 3 sintetiza as análises realizadas para as disciplinas Eletricidade Básica, Eletromagnetismo, Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Corpos Rígidos.

Disciplina não matemática em análise	Conceito matemático que é mobilizado	Mobilização se dá no trabalho com qual conceito da disciplina	Situação em que o conceito matemático é mobilizado	É mobilizado como ferramenta ou embasamento teórico
Eletricidade Básica	Sistemas Lineares	Circuitos de Corrente Contínua	Resolução de exercícios para determinação das correntes do circuito	Ferramenta
Eletromagnetismo	Transformações do Plano: rotação	Torque magnético	Demonstração da rotação ocorrida para construir o conceito de Campo Magnético	Embasamento teórico
Fenômenos de Transporte	Transformações do Plano: cisalhamento	Tensão de cisalhamento	Demonstração do comportamento de um fluido quando aplicada sobre si uma tensão de cisalhamento	Embasamento Teórico
Mecânica dos Corpos Rígidos	Transformações do Plano: translação horizontal e vertical	Centro de Massa/ Centróide	Resolução de exercícios para se determinar o centro de massa de figuras planas homogêneas com formas irregulares (sem simetria)	Ferramenta

Figura 3. Grade de análise para Eletricidade Básica, Eletromagnetismo, Fenômenos de Transporte e Mecânica dos Corpos Rígidos

A disciplina Eletricidade Básica, aborda, dentre outros conteúdos, o de Circuitos de Corrente Contínua, no qual a resolução de sistemas lineares é uma ferramenta fundamental. No entanto, diferentemente dos sistemas lineares resolvidos em AL, que exigem inicialmente a aplicação de técnicas de escalonamento, nas situações em que são mobilizados no contexto de Circuitos, os sistemas já estão, em sua grande maioria, escalonados, exigindo do estudante a resolução e a interpretação dos mesmos.

Na disciplina Eletromagnetismo, a rotação em \mathbb{R}^2 , uma das transformações lineares estudadas em AL, é empregada na construção do conceito de Campo Magnético Uniforme. A mobilização de tal noção ocorre, portanto, não como ferramenta, como é o caso de sistemas lineares em Eletricidade Básica, mas como embasamento teórico para a construção de um conceito específico de Eletromagnetismo.

A configuração representada na Figura 4 refere-se à transformação provocada em uma dada figura plana quando submetida a um cisalhamento. Este conteúdo de AL, é mobilizado como embasamento teórico para a construção do conceito de Tensão de Cisalhamento em Fenômenos de Transporte.

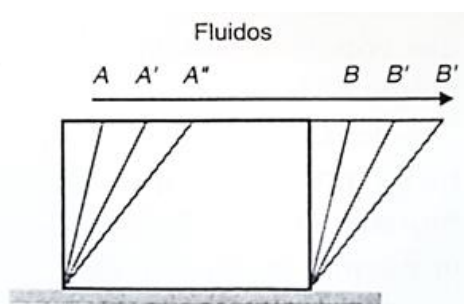


Figura 4. Deformação contínua provocada pela tensão de cisalhamento quando aplicada a um fluido.

Fonte: De “*Fenômenos de Transporte para Engenharia*” de W. Braga Filho, 2006, p. 2.

Em Mecânica dos Corpos Rígidos, mais uma vez, transformações geométricas são mobilizadas como ferramentas, especialmente a rotação (transformação linear) e a translação (que, em AL, geralmente é trabalhada como um exemplo de transformação não linear).

Considerações finais

O artigo apresentado contempla uma pequena parte dos dados que têm sido obtidos por meio de uma investigação mais abrangente em desenvolvimento, em parceria, por pesquisadores da PUC/SP e do IMT, e que tem como objetivo principal a reflexão, a partir da teoria MCC, dos processos de ensino e de aprendizagem de Matemática em cursos de Engenharia.

A vinculação entre as disciplinas GA e AL e algumas das não matemáticas dos currículos das Engenharias Civil e de Produção apresentada neste trabalho foi estabelecida a partir de dados coletados, até o momento, por meio de duas pesquisas de Iniciação Científica, uma

realizada na PUC/SP e outra no IMT, no âmbito desse estudo mais amplo que está sendo desenvolvido por docentes destas instituições.

Apesar do presente escrito trazer contribuições quanto às reais necessidades de mobilização dos conteúdos pertencentes às disciplinas GA e AL nas Engenharias de Produção e Civil, as reflexões a respeito dos papéis das mesmas em tais graduações e seus possíveis redirecionamentos, não devem considerar apenas este aspecto. É necessário também percorrer as outras etapas previstas pela metodologia *Dipping*.

Neste sentido, deve-se realizar diagnósticos visando obter informações a respeito dos conhecimentos prévios que os alunos ingressantes possuem, quais são aqueles que não dominam e que deveriam dominar e como planejar intervenções visando minimizar possíveis dificuldades em relação a conteúdos matemáticos básicos.

Além disso, deve-se investigar, junto a engenheiros em exercício, quais conceitos matemáticos são realmente mobilizados no cotidiano de tais profissionais.

Em síntese, este artigo evidencia, no entanto, que realmente os conceitos estudados em GA e em AL são imprescindíveis para que os estudantes de Engenharia Civil e de Produção possam resolver problemas relacionados à sua área específica de atuação ou compreender efetivamente o desenvolvimento teórico de algumas disciplinas não matemáticas presentes nos currículos de seus cursos de graduação.

Entendemos como fundamental o professor de Matemática que atua em cursos nos quais o objetivo não é a formação de matemáticos, preparar-se para lecionar nestes contextos e, neste sentido, esperamos que essa análise aqui apresentada possa estimular professores que ensinam Matemática em diferentes modalidades de Engenharia a também investigarem a vinculação entre esta ciência e as futuras áreas de atuação profissional dos graduandos e, conseqüentemente, desenvolverem situações de aprendizagem contextualizadas por meio das quais os estudantes possam engajar-se no estudo da Matemática.

Referências bibliográficas

Braga Filho, W. (2006). *Fenômenos de Transporte para Engenharia* (2a. ed.). Rio de Janeiro: LTC.

Camarena, P. (2002). Metodología curricular para las ciencias básicas en ingeniería. *Innovación Educativa*, 2(10), 22-28 e 2(11), 4-12.

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*. Ciudad de México, México, 3.

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>

Lima, G. L., Bianchini, B. L., & Gomes, E. (2016). Dipping: uma metodologia para o planejamento ou redirecionamento de programas de ensino de Matemática em cursos de Engenharia. *Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. Natal, RN, Brasil, 44.

Oliveira, G. F., & Gomes, E. (2016a). Reflexões a respeito da disciplina de Vetores e Geometria Analítica e sua vinculação com a Física I e II – utilizando Metodologia Dipping. *Anais do Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia*. Natal, RN, Brasil, 44.

Oliveira, G. F., & Gomes, E. (2016b). *Reflexões a respeito da disciplina de Vetores e Geometria Analítica na graduação em Engenharia de Produção a partir da teoria A Matemática no Contexto das Ciências* (Relatório de Iniciação Científica). Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, Brasil. Recuperado de <http://maua.br/files/122016/reflexoes-respeito-disciplina-vetores-geometria-analitica-graduacao-engenharia-producao-partir-teoria-matematica-contexto-das-ciencias-270855.pdf>

Resolução nº. 11 do Conselho Nacional de Educação/Câmara de Educação Superior, de 11 de março de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia. Recuperado de <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>