

## CURSOS DE ENGENHARIA ELÉTRICA: QUE GEOMETRIA ANALÍTICA ENSINAR?

Sonia Pitta Coelho – [sonicoe@pucsp.br](mailto:sonicoe@pucsp.br)

Ana Maria Velloso Nobre – [anobre@pucsp.br](mailto:anobre@pucsp.br)

PUC/SP, FCET, Departamento de Matemática  
Rua Marquês de Paranaguá, 111, Consolação  
CEP: 01303-50 – São Paulo – SP.

### Resumo

*Pesquisas demonstram que as disciplinas matemáticas de cursos de graduação para formação de não matemáticos, nos quais se incluem as Engenharias, representam obstáculos para os alunos, principalmente ingressantes. Nas Engenharias, o desinteresse por tais disciplinas, a forma como são usualmente trabalhadas e a pouca integração entre elas e demais disciplinas componentes dos núcleos básico, profissionalizante e específico têm ocasionado inúmeras reprovações. Esse fator também tem sido parcialmente responsabilizado pelos altos índices de evasão. Visando contribuir para a integração entre as disciplinas em serviço e as demais disciplinas das Engenharias, investigamos quais conteúdos presentes nas disciplinas matemáticas são mobilizados nas disciplinas não matemáticas de um curso de Engenharia Elétrica, do qual se apresenta inicialmente a estrutura pedagógica. Pesquisa-se inicialmente a disciplina Geometria Analítica. Observa-se como os oito eixos organizadores do curso fazem uso de seus conceitos. Para cada disciplina não matemática, são explicitados os conceitos mobilizados, o período em que ela é ministrada e sua carga horária. Em seguida, destaca-se, em cada um dos eixos, a relevância da Geometria Analítica, comparando-se o número de total de horas de disciplinas que mobilizam seus conceitos com a carga horária total do eixo. Conclui-se que quatro eixos mobilizam tais conceitos. São os seguintes, apresentados em ordem decrescente quanto ao total de horas que mobilizam conceitos de Geometria Analítica: Sistemas de Telecomunicações, Sistemas de Energia e Controle, Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos e Sistemas Elétricos Analógicos. Quanto à natureza dos conteúdos mobilizados, é o cálculo vetorial que tem maior expressão no conjunto das disciplinas não matemáticas. Desta forma, a vocação da disciplina Geometria Analítica nesse curso de Engenharia Elétrica deve ser buscada em seu caráter instrumental.*

**Palavras-chave:** Engenharia Elétrica, Eixo Organizador, Disciplinas em serviço, Geometria Analítica.

### Abstract

*Research shows that the mathematical disciplines of undergraduate courses to train non-mathematical, which include the Engineering, represent obstacles for students, especially freshmen. In Engineering, the lack of interest in these disciplines, the way they are usually worked and little integration between them and other components disciplines of basic, vocational and specific nuclei have caused numerous failures. This factor has also been partly blamed for the high dropout rates. To contribute to the integration between disciplines*

*in service and other disciplines of Engineering, which investigated present content on mathematical disciplines are mobilized in non-mathematical disciplines of a course of Electrical Engineering, which initially presents the pedagogical structure. Search is initially Analytic Geometry discipline. It is observed as the eight course organizers axes make use of their concepts. For each non-mathematical discipline, mobilized concepts are explained, the period in which it is given and their workload. Then, there is, in each axis, the relevance of analytical geometry, comparing the number of total hours of disciplines that mobilize their concepts with the total hourly axle load. In conclusion, four axes mobilize such concepts. The following are presented in descending order as the total hours that mobilize concepts of analytic geometry: Telecommunication Systems, Power and Control Systems, Mechanical, Thermal and Hydraulic and Electric Systems Analog. The nature of the mobilized content, is the vector calculus that has higher expression in all non-mathematical disciplines. In this way the vocation of Analytic Geometry discipline in this course of Electrical Engineering must be sought in its instrumental character.*

**Key Words:** Electrical Engineering, Organizer Axis Disciplines in service, Analytical Geometry

## 1. INTRODUÇÃO

Com as transformações vivenciadas pela sociedade e com as mudanças ocorridas na Educação Básica, as dificuldades enfrentadas pelos alunos ao ingressarem na universidade foram se agravando e muitos desistem da graduação por não conseguirem acompanhar as disciplinas presentes no currículo do curso que escolheram, conforme salienta Lima (2012). Então, pouco a pouco, as grandes taxas de evasão e mesmo as pressões dos próprios estudantes por medidas que tornassem os conteúdos do Ensino Superior mais acessíveis para aqueles que estavam ingressando neste nível educacional passaram a suscitar discussões a respeito dos processos de ensino e aprendizagem na universidade, discussões estas que, cada vez mais, questionavam se o docente dominar o conteúdo para que as aulas universitárias cumprissem seu papel de maneira eficiente (DEBALD, 2003). Deveriam ser levados também em consideração, segundo Salinas e Alanís (2009), aspectos cognitivos (relativos à forma como se aprende), didáticos (relativos a como ensinar) e epistemológicos (que dizem respeito à maneira como se concebe o saber a ensinar e o aprender). Pouco a pouco, tornou-se claro que era preciso que o professor, além de dominar o conteúdo que fosse ministrar, planejasse situações de aprendizagem que fossem adequadas para que os alunos, ao trabalharem com determinado objeto de estudo, pudessem analisar tal objeto sob os mais variados aspectos e estabelecer o máximo de relações possíveis envolvendo o conteúdo em questão (FISHER, 2009). Entre professores e estudantes deve-se estabelecer uma relação de parceria; a ideia do professor como agente de transmissão de informações deve ser substituída

pela ideia do professor como mediador pedagógico ou orientador do processo de aprendizagem de seus alunos (DEBALD (2003), MASETTO (2003), PIMENTA e ANASTASIOU (2002)).

Diante desse panorama a iniciativa da pesquisa surgiu como resultado de reflexões do grupo de pesquisa *A Matemática na Formação Profissional*, constituído por professores do Departamento de Matemática da PUC-SP que atuam como formadores em cursos de graduação e que têm como objetivo investigar o ensino e a aprendizagem de conteúdos matemáticos nos diversos cursos de serviço. Segundo Torres et. al (1999) e Bizelli (2003), cada vez mais as ciências demandam algum tipo de compreensão e raciocínio matemáticos, embora as disciplinas que tratam desses conteúdos, nos contextos em que se inserem, são avaliadas como disciplinas de serviço, ou seja, disciplinas de conteúdo matemático ministradas para não matemáticos.

É conhecido que a disciplina Cálculo Diferencial e Integral promove um número elevado de reprovações no início do curso. Entretanto, os alunos também têm dificuldades nas demais disciplinas de Matemática, embora haja menos pesquisas apontando esse fato. Conforme salientam Ferreira et. al (2014), o baixo rendimento acadêmico nas disciplinas matemáticas dos cursos de engenharia pode ser uma das principais causas da evasão e retenção de alunos nos semestres iniciais. Ainda, de acordo com Formiga (2011), cerca de 64% dos alunos das engenharias abandonam seus cursos nos dois primeiros anos.

Diante de tais dificuldades, os docentes devem buscar alternativas: estratégias pedagógicas inovadoras de ensino e aprendizagem, atividades que promovam o interesse dos alunos nos conteúdos tornando-os mais participativos, com consequente aumento do potencial criativo e raciocínio lógico. Ou seja, devemos propor atividades integradas para mesclar as ideias e as linguagens fazendo com que o aluno possa refletir, ressignificar e relacionar todas as informações convertendo-as em conhecimentos e competências.

Buscando contribuir para a obtenção de elementos que possam auxiliar numa integração entre disciplinas dos diferentes cursos de graduação, nos quais a Matemática está presente, o grupo de pesquisa optou por iniciar seu trabalho fazendo um estudo pedagógico de um curso de Engenharia Elétrica. Esse estudo, que se insere na linha de pesquisa *A Matemática como Componente Curricular de Cursos de Graduação* do grupo de pesquisa anteriormente citado, voltará sua atenção para todas as disciplinas matemáticas em serviço no curso sob análise. Estudos análogos ao de Geometria Analítica estão sendo realizados também

para analisar questões relativas ao ensino e a aprendizagem das demais disciplinas de Matemática em serviço no curso analisado.

Neste artigo, mapeiam-se os aspectos e dimensões em que os tópicos da disciplina Geometria Analítica vêm sendo mobilizados num Curso de Engenharia Elétrica de uma Universidade Particular da Cidade de São Paulo. Buscou-se diagnosticar, entre os tópicos propostos na ementa da disciplina Geometria Analítica, quais são os efetivamente utilizados nas diversas disciplinas do curso. Os dados coletados estão dispostos em relação eixos organizadores do curso.

Expusemos, em primeiro lugar, a estrutura pedagógica do curso, para em seguida, de fato iniciar a apresentação dos dados coletados observando como cada um dos eixos mobilizam os conceitos de Geometria Analítica. São apresentadas as primeiras conclusões e anunciadas as etapas futuras da investigação.

## **2. A ESTRUTURA PEDAGÓGICA DO CURSO INVESTIGADO**

O curso de graduação em Engenharia Elétrica, objeto dessa pesquisa, foi criado em 1991 e está em efetivo funcionamento desde o início de 1992. Com duração atual de dez semestres, possui carga horária total de 3.852 horas<sup>1</sup>, divididas em 3.542 horas de disciplinas, 160 horas de estágio e 150 horas de atividades complementares. O Projeto Pedagógico em vigor foi implantado em 2007, visando adequar o curso aos princípios formulados pelas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia (CNE/CES 1362/2001), que preconizam cursos de caráter generalista, com menor duração, abordando disciplinas com características bastante específicas quanto aos tópicos trabalhados, profundidade de abordagem e metodologia empregada.

Com relação aos núcleos de conteúdos definidos pelas Diretrizes Curriculares dos Cursos de Engenharia - CNE/CES 1362/2001, a distribuição da carga horária do curso organiza-se como segue: conteúdos básicos: 1.247 horas – aproximadamente 35,21% da carga horária total de disciplinas do curso; conteúdos profissionalizantes: 1.105 horas – aproximadamente 31,18% da carga horária total de disciplinas do curso; e conteúdos específicos: 1.190 horas – aproximadamente 33,60% da carga horária total de disciplinas do curso.

---

<sup>1</sup> Todas as informações relativas às cargas horárias são dadas em termos de horas relógio.

Ainda, as disciplinas do curso de Engenharia Elétrica sob análise são agrupadas em torno de 07 eixos organizadores – entendidos como grupos de disciplinas que abrangem determinada área de conhecimento ou áreas afins. São 03 grandes eixos básicos e 04 eixos contendo disciplinas profissionalizantes e específicas da engenharia elétrica, conforme o quadro abaixo.

**Quadro 01:** Distribuição da carga horária (horas-relógio) das disciplinas do Curso de Engenharia Elétrica com relação aos eixos

| <b>Eixo</b>                               | <b>Número de disciplinas</b> | <b>Horas de disciplinas</b> |
|---|------------------------------|-----------------------------|
| Matemática                                | 7                            | 383 horas                   |
| Ciências Humanas, Sociais e Ambientais    | 6                            | 198 horas                   |
| Sistemas Mecânicos, Térmicos, Hidráulicos | 11                           | 496 horas                   |
| Sistemas Elétricos Analógicos             | 11                           | 595 horas                   |
| Sistemas Digitais e Computacionais        | 8                            | 453 horas                   |
| Sistemas de Energia e de Controle         | 11                           | 652 horas                   |
| Sistemas de Telecomunicações              | 11                           | 652 horas                   |
| Eixo Disciplinas Associadas               | 4                            | 113 horas                   |
| <b>Total</b>                              | <b>69</b>                    | <b>3542 horas</b>           |

Das 69 disciplinas do curso, 07 tratam exclusivamente de conteúdos matemáticos (aproximadamente 10,14% do total). Estão todas no eixo *Matemática* e são as seguintes: *Álgebra Linear, Cálculo Diferencial e Integral 1, Cálculo Diferencial e Integral 2, Cálculo Diferencial e Integral 3, Cálculo Diferencial e Integral 4, Geometria Analítica, Tópicos de Probabilidade e Estatística*. Essas sete disciplinas, ministradas por professores do Departamento de Matemática da instituição, contemplam, no total, 382,5 horas, ou seja, representam, aproximadamente, 10,8% da carga horária total de disciplinas do curso.

De acordo com o Projeto Pedagógico, dois dos objetivos específicos do curso são: (i) fazer uso da Matemática como ferramenta e linguagem, empregada na descrição de modelos, sendo o foco concentrado na compreensão e aplicação dos conceitos aprendidos e (ii) contextualizar a teoria vista, mostrando algumas de suas aplicações práticas.

A busca por estratégias que favoreçam, de fato, uma abordagem articulada dos conhecimentos matemáticos com os conhecimentos da Engenharia Elétrica e o consequente estabelecimento de uma parceria entre os professores responsáveis pelas disciplinas do eixo *Matemática* e aqueles docentes que desenvolvem atividades nos demais eixos, ações essas com possibilidade de contribuir para a diminuição das retenções e evasões em tal curso, é um

dos principais aspectos motivadores da pesquisa cuja primeira etapa é apresentada por meio deste trabalho.

Na disciplina Geometria Analítica, área de interesse desse trabalho, os temas centrais abordados são: *vetores e operações, produtos escalar, vetorial e misto, ângulos entre vetores, cossenos diretores, projeções, estudo da reta e do plano - posições relativas e distâncias*.

Ressaltamos que o Projeto Pedagógico do Curso menciona a Geometria Analítica entre as disciplinas que contribuem para a integração entre os eixos, destacando que sua posição no primeiro período da grade curricular estimula, com a contribuição das disciplinas *Cálculo Diferencial e Integral, Álgebra Linear, Física Geral, Mecânica do Corpo Sólido e Circuitos Elétricos*, um primeiro contato com a descrição e modelagem de sistemas físicos.

Visando obter informações iniciais a respeito de quais disciplinas do currículo analisado mobilizam conceitos dessa disciplina e que conceitos são esses, os pesquisadores realizaram conversas informais com todos os professores que estavam atuando no curso de Engenharia Elétrica na instituição durante o ano de 2014. Os dados obtidos são apresentados a seguir.

### **3. PRIMEIROS DADOS COLETADOS**

Em relação aos conceitos de Geometria Analítica, das 62 disciplinas que não pertencem ao eixo Matemática, 22 (aproximadamente 35,48%) utilizam explicitamente alguns deles. Somando as cargas horárias dessas disciplinas que mobilizam conceitos da Geometria Analítica obtém-se 1321 horas, o que significa que em aproximadamente 37,3% da carga horária total de disciplinas do curso há a utilização de noções dessa área do conhecimento.

Constatou-se que 04 dos 08 eixos organizadores fazem uso de conteúdos de Geometria Analítica: Sistemas de Telecomunicações, Sistemas de Energia e Controle, Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos e Sistemas Elétricos Analógicos. Em termos do número de disciplinas que fazem tal uso, os eixos se comportam de maneira muito semelhante: são 05 disciplinas nos dois primeiros núcleos e 06 nos dois últimos.

Com relação ao número total de horas que mobilizam conteúdos de Geometria Analítica, todos os eixos se comportam de maneira semelhante. Entretanto, o escopo dos conteúdos mobilizados varia bastante entre os eixos; por exemplo, o eixo Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos contém disciplinas que mobilizam todos os temas centrais. Por esse eixo começamos nossa análise.

### 3.1 Disciplinas do eixo Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos que mobilizam conceitos de Geometria Analítica

Esse eixo engloba disciplinas que contemplam assuntos de outras especialidades da Engenharia e da Física, distintas da área de Eletricidade.

O quadro 02 explicita quais são as disciplinas do eixo que mobilizam conceitos de Geometria Analítica, em que período do curso cada uma delas é ministrada, quais são os conceitos mobilizados e qual é a carga horária correspondente a cada uma dessas disciplinas.

**Quadro 02:** Disciplinas do eixo Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos que mobilizam conceitos de Geometria Analítica

| <b>Eixo</b>   | <b>Período</b> | <b>Disciplinas</b>       | <b>Conceitos mobilizados</b>   | <b>Horas</b>     |
|---|----------------|--------------------------|--|------------------|
| <b>Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos</b>             | 1o             | Física Geral 1           | Vetores e operações, produto escalar, vetorial e misto, ângulo entre vetores, cossenos diretores, projeções. | 71 horas         |
|   | 2o             | Física Geral 2           | Vetores e operações, produto escalar, vetorial e misto, ângulo entre vetores, cossenos diretores, projeções. | 71 horas         |
|   | 3o             | Física Geral 3           | Vetores e operações, ângulos entre vetores, estudo da reta e do plano; posições relativas e distâncias.      | 71 horas         |
|   | 3o             | Mecânica do Corpo Sólido | Vetores e operações, ângulos entre vetores, estudo da reta e do plano.                                       | 42 horas         |
|   | 4o             | Física Geral 4           | Vetores e operações, ângulo entre vetores, estudo da reta e do plano posições relativas e distâncias.        | 42 horas         |
| <b>Total de horas mobilizando Geometria Analítica no Eixo</b> |                |                          |  | <b>297 horas</b> |

Este eixo é composto por 11 disciplinas, das quais 05 mobilizam conceitos de Geometria Analítica. Em relação à carga horária, das 496 horas destinadas a este eixo, a mobilização dos conceitos de Geometria Analítica ocorre em atividades que ocupam 297

horas (aproximadamente 59,8%) das mesmas. Observa-se, analisando o quadro 02, que as disciplinas de Física predominam, e também que fazem uso bastante amplo dos conteúdos de Geometria Analítica, sendo que Física Geral 3 e Física Geral 4 utilizam integralmente esses conteúdos. Ainda, tais disciplinas concentram-se nos dois primeiros anos do curso.

Assim, o uso da disciplina neste eixo é expressivo.

### **3.2 Disciplinas do eixo Sistemas Elétricos Analógicos que mobilizam conceitos de Geometria Analítica.**

Esse eixo engloba disciplinas da área de Eletricidade.

O quadro 03 explicita quais são as disciplinas do eixo Sistemas Elétricos Analógicos que mobilizam conceitos de Geometria Analítica, em que período do curso cada uma delas é ministrada, quais são os conceitos mobilizados e qual é a carga horária correspondente a cada uma dessas disciplinas.

**Quadro 03:** Disciplinas do eixo Sistemas Elétricos Analógicos que mobilizam conceitos de Geometria Analítica

| <b>Eixo</b>   | <b>Período</b> | <b>Disciplinas</b>    | <b>Conceitos mobilizados</b>                          | <b>Horas</b>     |
|---|----------------|-----------------------|---|------------------|
| <b>Sistemas Elétricos<br/>Analógicos</b>                      | 1o             | Circuitos Elétricos 1 | Ângulos entre vetores, cossenos diretores, projeções. | 57 horas         |
|   | 2o             | Circuitos Elétricos 2 | Ângulos entre vetores, cossenos diretores, projeções. | 57 horas         |
|   | 3o             | Circuitos Elétricos 3 | Vetores e operações.                                  | 71 horas         |
|   | 4o             | Circuitos Elétricos 4 | Vetores e operações.                                  | 71 horas         |
|   | 5o             | Materiais Elétricos   | Vetores no espaço.                                    | 28 horas         |
| <b>Total de horas mobilizando Geometria Analítica no Eixo</b> |                |                       |   | <b>284 horas</b> |



Esse eixo do curso é composto por 11 disciplinas. Dessas, 5 mobilizam conceitos de Geometria Analítica. Em relação à carga horária, das 595 horas destinadas a esse eixo, a mobilização dos conceitos do Geometria Analítica ocorre em atividades que ocupam 284 horas (aproximadamente 47,7%) das mesmas. Observa-se, analisando o quadro 03, que tais as disciplinas distribuem-se uniformemente ao longo dos cinco primeiros semestres do curso. Diferentemente do que ocorre no eixo Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos, os conteúdos utilizados envolvem as ideias introdutórias da disciplina Geometria Analítica, sendo que nenhuma disciplina faz uso do estudo da reta e do plano.

Nesse eixo, a disciplina Circuitos Elétricos 1 surge como a que tem potencial de mais precocemente interagir com Geometria Analítica, pois reúne duas condições para isso: é ministrada no primeiro período e mobiliza conteúdos que são tratados logo no início do período letivo.

### 3.3 Disciplinas do eixo Sistemas de Energia e de Controle que mobilizam conceitos de Geometria Analítica

Esse eixo engloba disciplinas que estudam algumas modalidades de conversão de energia (elétrica-elétrica, mecânica-elétrica, luminosa-elétrica, etc.), sistemas de produção e distribuição de energia elétrica e o controle e automação de sistemas (mecânicos, químicos, térmicos, etc).

O quadro 04 explicita quais são as disciplinas desse eixo que mobilizam conceitos de Geometria Analítica, em que período do curso cada uma delas é ministrada, quais são os conceitos mobilizados e qual é a carga horária correspondente a cada uma dessas disciplinas.

**Quadro 04:** Disciplinas do eixo Sistemas de Energia e Controle que mobilizam conceitos de Geometria Analítica

| Eixo                           | Período | Disciplinas  | Conceitos mobilizados                                   | Horas    |
|--------------------------------|---------|--|---|----------|
| Sistemas de Energia e Controle | 5o      | Geração, Transmissão, Distribuição e Utilização de Energia 1 | Vetores e operações; produto escalar; produto vetorial. | 57 horas |
|                                | 6o      | Geração, Transmissão, Distribuição e                         | Vetores e operações; produto escalar; produto vetorial. | 57 horas |

|   |     |                          |   |                  |
|---|-----|--------------------------|---|------------------|
|   |     | Utilização de Energia 2  |   |                  |
|   | 7o  | Eletrônica de Potência 1 | Vetores e operações.  | 57 horas         |
|   | 8o  | Eletrônica de Potência 2 | Vetores e operações.  | 57 horas         |
|   | 9o  | Automação e Robótica 1   | Vetores e operações, ângulos entre vetores, estudo da reta e do plano; posições relativas e distâncias. | 71 horas         |
|   | 10o | Automação e Robótica 2   | Vetores e operações, ângulos entre vetores, estudo da reta e do plano; posições relativas e distâncias. | 71 horas         |
| <b>Total de horas mobilizando Geometria Analítica no eixo</b> |     |                          |   | <b>370 horas</b> |

Esse eixo é composto por 11 disciplinas, todas ministradas na segunda metade do curso. Dessas, 6 mobilizam conceitos de Geometria Analítica. Em relação à carga horária, das 652 horas destinadas a esse eixo, a mobilização dos conceitos de Geometria Analítica ocorre em atividades que ocupam 370 horas (aproximadamente 56,7%) das mesmas. Os conteúdos acessados são introdutórios, exceção feita às disciplinas Automação e Robótica 1 e 2, que fazem uso do estudo da reta e do plano, chegando a posições relativas e distâncias.

### **3.4 Disciplinas do eixo Sistemas de Telecomunicações que mobilizam conceitos de Geometria Analítica**

Esse eixo engloba disciplinas que estudam a teoria do eletromagnetismo, sua aplicação a antenas e micro-ondas e também sistemas de comunicação de dados e processamento de sinais.

O quadro 05 explicita quais são as disciplinas desse eixo que mobilizam conceitos de Geometria Analítica, em que período do curso cada uma delas é ministrada, quais são os conceitos mobilizados e qual é a carga horária correspondente a cada uma dessas disciplinas.

**Quadro 05:** Disciplinas do eixo Sistemas de Telecomunicações que mobilizam conceitos de Geometria Analítica

| <b>Eixo</b>   | <b>Período</b> | <b>Disciplinas</b>                               | <b>Conceitos mobilizados</b>                           | <b>Horas</b>     |
|---|----------------|--|--|------------------|
| <b>Sistemas de Telecomunicações</b>                           | 5o             | Eletrromagnetismo                                | Vetores; projeção; produto escalar; produto vetorial   | 71 horas         |
|   | 6o             | Eletrromagnetismo Aplicado à Engenharia Elétrica | Vetores; projeção; produto escalar; produto vetorial   | 71 horas         |
|   | 7o             | Princípios de Comunicação 1                      | Vetores e operações.                                   | 57 horas         |
|   | 7o             | Micro-ondas e Antenas                            | Vetores e operações, produto escalar, vetorial e misto | 57 horas         |
|   | 9o             | Comunicações Digitais 1                          | Vetores e operações.                                   | 57 horas         |
|   | 10o            | Comunicações Digitais 2                          | Vetores e operações                                    | 57 horas         |
| <b>Total de horas mobilizando Geometria Analítica no eixo</b> |                |  |  | <b>370 horas</b> |

Esse eixo do curso é composto por 11 disciplinas, todas também ministradas na segunda metade do curso. Dessas, 6 mobilizam conceitos de Geometria Analítica. Em relação à carga horária, das 652 horas destinadas a esse eixo, a mobilização dos conceitos de Geometria Analítica ocorre em atividades que ocupam 370 horas (aproximadamente 56,7%) das mesmas. Os conteúdos acessados são introdutórios, envolvendo apenas vetores e operações.

Na sequência, apresentam-se as considerações finais e também se anunciam as próximas etapas da investigação.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS E ETAPAS FUTURAS DA INVESTIGAÇÃO**

Analisando os quadros 02 a 05, nota-se que os conceitos de Geometria Analítica mobilizados com mais frequência pelos eixos Sistemas Elétricos Analógicos e Sistemas de Telecomunicações são os de natureza instrumental, ou seja, vetores e as operações. Os demais eixos contêm disciplinas que mobilizam todos os temas centrais.

Outro dado que merece menção: um número significativo de disciplinas trabalha com o conceito de fasor – um tipo especial de vetor - termo este que não figura na ementa e também não é mencionado nos livros didáticos de Geometria Analítica. De acordo com as informações obtidas junto aos professores do curso e também segundo o Projeto Pedagógico, conteúdos dessa ordem são apresentados aos alunos naquelas ocasiões específicas em que precisam ser utilizados. Outros termos mencionados pelos professores que não figuram nos temas centrais da ementa da disciplina Geometria Analítica são: campo de vetores, trigonometria, transformação de vetores.

Outro resultado evidenciado pela pesquisa que merece destaque diz respeito à natureza dos conteúdos mobilizados nas diversas disciplinas. Os temas centrais da disciplina Geometria Analítica podem ser divididos em dois grupos: o cálculo vetorial, que engloba *vetores e operações, produto escalar, vetorial e misto, ângulos entre vetores, cossenos diretores, projeções*, e a geometria propriamente dita, que compreende o *estudo da reta e do plano, posições relativas e distâncias*. A pesquisa mostrou que esses dois grupos têm papel bem diferente na grade curricular do curso. Poucas disciplinas – mais exatamente, 5 - fazem uso de conteúdos do segundo grupo. São elas: Física Geral 3 e 4, Mecânica do Corpo Sólido – todas do eixo Sistemas Mecânicos, Térmicos e Hidráulicos – e Automação e Robótica 1 e 2 – que pertencem ao eixo Sistemas de Energia e de Controle. Essas disciplinas totalizam 297 horas. Por outro lado, são 17 as disciplinas que fazem uso do cálculo vetorial. Estão distribuídas nos 4 eixos apresentados acima e totalizam 1024 horas. Conclui-se que a vocação da disciplina Geometria Analítica no curso de Engenharia Elétrica pesquisado deve ser buscada em seu caráter instrumental, ou seja, no cálculo vetorial. Esse dado certamente tem consequências curriculares que devem ser exploradas.

A pesquisa mostrou que muitas disciplinas da Engenharia Elétrica precisam mobilizar, em algum momento, conceitos de Geometria Analítica. Porém há dúvidas se a abordagem na Geometria Analítica dos conceitos que posteriormente serão mobilizados por tais disciplinas é feita levando-se, de alguma forma, em consideração essas aplicações futuras de tais noções. É possível que na maioria das vezes isso não ocorra; conforme destaca Bizelli (2003), nos diversos cursos superiores nos quais os conteúdos matemáticos estão presentes nas disciplinas em serviço, estes parecem, em geral, “assumir apenas um papel a cumprir na grade curricular, sem nenhuma utilidade para a formação humana, cultural e técnica dos profissionais da área na qual ela [a Matemática] está a serviço” (p. 65). Para Howson et al. (1987), uma das causas principais para isso é que os professores das disciplinas de Matemática, frequentemente, não

têm conhecimento a respeito das aplicações que serão abordadas nas futuras disciplinas específicas do curso superior em que atuam, para aqueles conceitos que estão ensinando.

No sentido de minimizar esse problema, um dos objetivos centrais da pesquisa apresentada é dar oportunidade para que os docentes nela envolvidos possam entrar em contato com algumas das aplicações, na Engenharia Elétrica, dos conceitos de Geometria Analítica que ensinam. A primeira estratégia pensada para permitir isso é empreender uma análise detalhada dos livros adotados como referência principal em cada uma dessas vinte e duas disciplinas do currículo que mobilizam conceitos da Geometria Analítica, apoiada, se necessário, por conversas de esclarecimento com os respectivos professores. O propósito é perceber como efetivamente se dá, no livro texto, essa mobilização e de que maneira ela pode inspirar o desenvolvimento de situações de aprendizagem contextualizadas na área de interesse do aluno para serem trabalhadas na disciplina de Geometria Analítica. Esse é o próximo passo da investigação que se iniciou por meio do levantamento apresentado nesse trabalho.

A linha de pesquisa *A Matemática como Componente Curricular de Cursos de Graduação* do grupo *A Matemática na Formação Profissional* busca, por meio da construção de tais situações, conscientizar o aluno dos cursos de graduação destinados à formação de não matemáticos da efetiva importância das disciplinas matemáticas presentes nos currículos dos cursos que escolheram. Conforme pontua Simons (1988), uma consequência de os alunos não terem escolhido a Matemática como seu campo principal de estudo e de não terem a ideia correta a respeito do papel que ela realmente desempenha na sua formação é a baixa prioridade atribuída às disciplinas matemáticas pelos discentes. Estes as consideram apenas como obstáculos a serem superados; tal atitude contribui para o insucesso observado em tais disciplinas e que é tão amplamente relatado por pesquisas da área de Educação Matemática.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIZELLI, M.H.S.S. **A Matemática na formação do químico contemporâneo**. Tese de Doutorado. Rio Claro: UNESP, 2003.

DEBALD, B. S. A Docência no ensino superior numa perspectiva construtivista. In: **Seminário Nacional Estado e Políticas Sociais no Brasil**, 2003, Cascavel/PR. Disponível em:

<<http://cac.php.unioeste.br/projetos/gpps/midia/seminario1/trabalhos/Educacao/eixo5/97blasiusssilvanodebald.pdf>> . Acesso em: 05 dez. 2011.

FERREIRA, A., *et al.* **Robótica educacional utilizando Robocode como ferramenta de ensino para diminuir a evasão de alunos no curso de Engenharia Elétrica.** Disponível em: <http://www.abenge.org.br/cobenge-2014/Artigos/129289.pdf>, Acesso em: 14 de abril de 2015.

FISCHER, B. T. D. Docência no ensino superior: questões e alternativas. In: **Educação**, Porto Alegre, v. 32, n. 3, p. 311 – 315, Set./Dez. 2009.

FORMIGA, M. **Escassez de Engenheiros: mito ou realidade.** Disponível em: <http://www.creato.org.br/todasNoticias.php?codigo=969&tipo=1> Acesso em: 23 de maio de 2014.

HOWSON *et al.* Mathematics as a Service Subject. In: CLEMENTES, R. R. (Ed.). **Selected Papers on the teaching of mathematics as a service subject.** New York: Springer Verlag, 1988.

LIMA, G. L. **A disciplina de cálculo I do curso de matemática da Universidade de São Paulo: um estudo de seu desenvolvimento, de 1934 a 1994.** 2012. 444 p. Tese (Doutorado em Educação Matemática). São Paulo, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, 2012.

MASETTO, M. T. **Competência pedagógica do professor universitário.** São Paulo: Summus, 2003.

PIMENTA, S. G.; ANASTASIOU, L. das G. C. **Docência no ensino superior.** São Paulo: Cortez, 2002.

SALINAS, P. & ALANÍS, J. A. Hacia un Nuevo Paradigma en la Enseñanza del Cálculo dentro de una Institución Educativa. **Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa (RELIME)**, v. 12, n. 3, p. 355 – 382, novembro, 2009.

SIMONS, F. Teaching first-year students. In: CLEMENTS, R.R. (Ed.). **Selected papers on the teaching of mathematics as a service subject.** New York: Springer Verlag, 1988.

TORRES, E. A. B. *et al.* **A Importância da Geometria Descritiva na Engenharia.** In: **Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia**, Anais. Natal: UFRN, 1999.