

CÁLCULO NUMÉRICO: SEMINÁRIOS AVANÇADOS PARA MELHORIA DA PERSPECTIVA CURRICULAR E PERCEPÇÃO DISCENTE ACERCA DE APLICAÇÕES EM ENGENHARIA

Jose Eduardo Alves Magalhães – jeam@discente.ifpe.edu.br

Mariana Eduarda Ferreira Xavier – mefx@discente.ifpe.edu.br

Luciana Maria de Lima – lml@discente.ifpe.edu.br

Thaiana Catarina Melo de Oliveira – tcmo@discente.ifpe.edu.br

Wilker Victor da Silva Azêvedo – wilker.azevedo@garanhuns.ifpe.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco (IFPE)

Rua Padre Agobar Valença, s/n – Severiano Morais Filho

55299-390 – Garanhuns – PE

Resumo: O trabalho discorre sobre as atividades desenvolvidas no componente curricular “Cálculo Numérico” em um curso de engenharia elétrica. Estratégias transdisciplinares objetivaram a materialização de um contato introdutório dos discentes para com problemas reais da prática profissional, expondo e debatendo temas inerentes a disciplinas profissionais específicas. Com a exposição das aplicações dos métodos numéricos à engenharia elétrica, aspirou-se o desenvolvimento nos estudantes de uma perspectiva integrada dos métodos numéricos com as disciplinas profissionais. A metodologia para tal teve caráter exploratório, perfazendo o estudo de alguns métodos, estruturas computacionais, a abordagem das aplicações e resultados obtidos por pesquisadores em trabalhos de revistas especializadas e conferências. Os resultados de uma pesquisa de opinião apontam para uma razoável melhora no desenvolvimento de uma concepção disciplinar integrada pelos estudantes.

Palavras-chave: Transdisciplinaridade, Cálculo Numérico, Aplicações à engenharia elétrica.

1 INTRODUÇÃO

Levando-se em consideração os diversos cursos de engenharia, é inegável que existe uma espécie de ímpeto por parte dos estudantes novatos para o estudo de disciplinas profissionalizantes. Todavia, o aprendizado de tais componentes curriculares exige o conhecimento prévio de disciplinas do chamado ‘Ciclo Básico’, como Cálculo Diferencial e Integral, Geometria Analítica, curso de Física básica, entre outros. Sendo assim, emerge a necessidade do diálogo entre as disciplinas básicas e as profissionalizantes, uma vez que os cursos de engenharia, apesar de não formarem profissionais da matemática ou física, demandam dos estudantes conhecimentos avançados nestas áreas. Nesse contexto, surge um desinteresse por parte do corpo discente: a aplicação de conceitos físico-matemáticos na engenharia por vezes não é debatida nos componentes curriculares. É provável, neste caso, que a falta de integração entre as disciplinas básicas e as profissionalizantes seja fator que compõe o elevado índice de retenção e de evasão dos cursos de engenharia elétrica.

Visando contornar tal dificuldade, constata-se a alternativa de adoção da transdisciplinaridade ao processo de ensino-aprendizagem (NICOLESCU, 1999). Destarte, a construção transdisciplinar do conhecimento nos cursos superiores de engenharia tem a função de superar a inevitável fragmentação e o distanciamento entre as disciplinas causado pela hiperespecialização crescente da ciência. Tal processo pode ser executado pelos docentes mediante a introdução de aplicações do conhecimento transmitido pelas disciplinas básicas, o que viabiliza o contato inicial, por vezes profundamente requerido, entre os estudantes e os saberes profissionais.

Aos alunos, aliar uma visão holística às demandas científicas das disciplinas ministradas nos primeiros semestres é, contudo, uma missão que deve ser flexibilizada nos programas de cada curso. No caso da disciplina Cálculo Numérico há de se reconhecer a amplitude e diversidade de aplicações nos campos de atuação de Engenheiros Eletricistas, de Produção, Mecânicos e outros. No contexto em evidência, aglutinado à expansão dos cursos de engenharia no país, nota-se ambiente propício para buscar alternativas de favorecimento à motivação e aprendizagem de bacharelados, ao passo de que seja oportuno um olhar sobre os problemas e a importância do componente de cálculo numérico na formação dos futuros profissionais (HERBSTER; BRITO, 2005).

Segundo Maingain, Dufour e Fourez (2002, p. 189),

Os conhecimentos e as competências adquirem-se em contextos precisos, frequentemente ligados a uma disciplina. A sua transferência para contextos distintos das situações de aquisição, ou mesmo para lá das fronteiras disciplinares, está a partir de agora no centro das preocupações da maior parte dos currículos de formação. Uma pedagogia visando a integração das aprendizagens no tratamento de novas situações implica uma mobilização transversal dos conhecimentos construídos e das competências desenvolvidas.

Desse modo, quando o Cálculo Numérico é apresentado por um ponto de vista puramente teórico – no qual os métodos numéricos são meramente explanados – há dificuldades para o estudante de engenharia perceber a essencialidade deste componente curricular. Neste cenário, é mais provável que os alunos absorvam o conteúdo programático sem atentar ao fato de que tais saberes são ferramentas indispensáveis para aprendizagens futuras. Dessa forma, é exigida dos professores metodologia que estimule, via práticas transdisciplinares, a conhecimentos fundamentais introduzidos por diferentes disciplinas (TARDIF, 2014).

Com efeito, almejou-se que a solicitação de rotinas computacionais fomentasse no corpo discente a concepção do caráter utilitário da disciplina tratada através da transdisciplinaridade. Dessa maneira, mediante o uso da teoria numérica para a solução de problemas computacionais, fora concretizada uma prática transdisciplinar, indispensável ao processo de aprendizagem em cursos de engenharia. Além disso, foi experimentada no trabalho a ação de unir seminários distribuídos ao longo da realização da disciplina, concatenando aplicações diretas dos métodos e envidando estudos de outros temas aos estudantes, em particular com exemplos reais no âmbito prioritário da engenharia elétrica. Esses problemas foram pautas dos seminários e eram debatidos e avaliados admitindo alguns dos métodos numéricos explorados durante o curso da disciplina. Vale ressaltar que tais atividades exigem um razoável grau de esforço do aluno, uma vez que uma complexidade está envolvida na transferência de métodos e conceitos numéricos de um contexto específico para campos disciplinares mais gerais: o discente deve abandonar a resolução de problemas que seguem um passo a passo ‘robotizado’ e automatizado, um sistema de repetição mecânica, para pensar de maneira global a fim de adaptar conceitos às situações particulares.

Sinteticamente, o plano de solicitar seminários e rotinas computacionais teve como objetivo precípua estabelecer um conjunto de estratégias de aprendizagem complementar, a fim de desenvolver nos estudantes a habilidade de análise de conteúdos e de sua transferência a

problemas gerais. Para Romainville (1994, *apud* Maingain; Dufour; Fourez, 2002, p. 189), “Ainda que todo o saber seja adquirido localmente, espera-se sempre que ele possa ser reutilizado noutros contextos. As competências transversais designam, pois, provavelmente, essa parte do saber, profundamente disciplinar, mas que se espera minimamente exportável”.

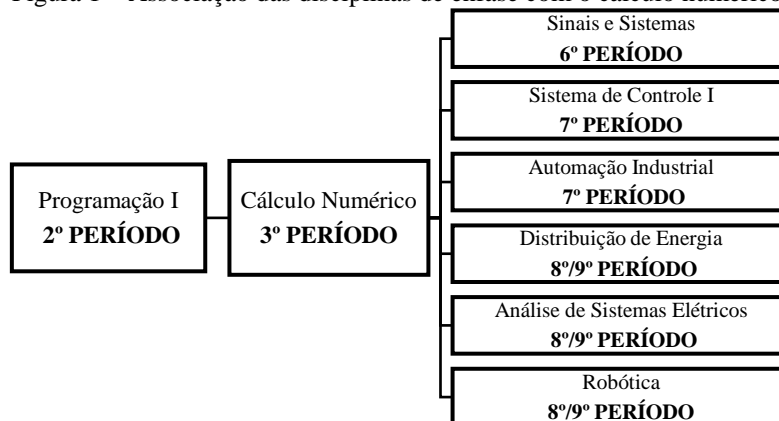
Em consonância com tal pensamento e com os demais supracitados, pretendeu-se promover a transdisciplinaridade na formação de engenheiros. Além disso, a fim de avaliar estas estratégias adotadas no decorrer do estudo do componente curricular, foi elaborado um questionário com os alunos com o propósito de que estes julgassem se as atividades cumpriram seu objetivo geral.

2 DISCIPLINA E DINÂMICA DOS SEMINÁRIOS

A partir do Projeto Pedagógico de Curso do nível superior de Engenharia Elétrica, a disciplina de Cálculo Numérico é ministrada no terceiro período, tendo como pré-requisito o componente curricular Programação I. Ao concluir a aprovação da disciplina de Cálculo Numérico, o discente está apto a resolver problemas envolvendo: aproximações e erros, raízes de equações, sistemas de equações lineares e não lineares, interpolação, ajustes de curvas, derivação e integração numérica, soluções numéricas de equações diferenciais ordinárias, métodos de diferenças e elementos finitos; de modo a correlacionar esses conhecimentos no desenvolvimento de estruturas computacionais, baseado no conhecimento prévio de programação.

No fluxograma da Figura 1 são apresentadas algumas associações da disciplina de cálculo numérico com os componentes curriculares de ênfase profissional. Abordagens tradicionais do conteúdo programático frequentemente inibem a percepção dos estudantes sobre a relevância da disciplina em relação ao contexto profissional. As disciplinas de ênfase normalmente serão ministradas apenas nos anos finais do curso. Assim, analisar um modo sobre como vincular as competências vistas em sala de aula com aplicações diretas no ramo da Engenharia Elétrica é essencial para que os discentes ampliem significativamente sua perspectiva.

Figura 1 – Associação das disciplinas de ênfase com o cálculo numérico.



Fonte: Autores

O docente dividiu os 22 (vinte e dois) estudantes matriculados na disciplina em duplas e/ou trios. Em seguida, sugeriu trabalhos científicos que remetem a aplicações dos métodos numéricos nos campos de atuação da Engenharia Elétrica (ênfase em eletrotécnica, automação e controle), de Produção, Mecânica, entre outros. Dessa maneira, à medida que a ementa da disciplina era ministrada nas aulas, após a finalização do método numérico decorrente, acontecia uma apresentação de seminário; de modo a promover uma correlação ao último método ministrado.

Na apresentação dos seminários, os grupos explicavam o objetivo, metodologia, resultados e conclusão do artigo, ressaltando o método numérico utilizado na composição do trabalho e expondo todas as variáveis dos cálculos citados. Evidenciava-se o problema em questão, de modo a abordar a razão da utilização do método para a real situação-problema, o seu nível de erro a partir do limite de tolerância estabelecido e o custo computacional para, assim, analisar sua eficiência e suscitar diálogo entre os alunos.

As apresentações ocorriam, em média, durante 20 (vinte) minutos. No entanto, quando o artigo necessitava de uma abordagem mais profunda, pelo fato de ter uma análise matemática e física mais sofisticada, durava em torno de 40 (quarenta) minutos. Assim, os estudantes sentiam-se mais à vontade para ampliar as competências matemáticas e suas aplicabilidades, transmitindo sua experiência de conhecimentos aos outros estudantes. Ao término das apresentações, os debates decorrentes destas duravam cerca de 15 (quinze) a 30 (trinta) minutos. Nesse ínterim, foram levantados questionamentos durante os seminários, além de novas possibilidades a partir dos resultados.

É importante ressaltar a interação dos estudantes no decorrer das apresentações dos seminários, pois eles perceberam o quanto a linguagem de programação e a inclusão dos métodos numéricos são essenciais para problemas recorrentes em diversas áreas. Perguntas, comentários, sugestões de métodos para aperfeiçoamento e outras possíveis aplicabilidades foram relatados em consonância com o problema tratado. Destaca-se também a instigação por parte dos discentes a respeito do desenvolvimento de rotinas computacionais, de modo que fora formado um ambiente que motiva o entendimento da lógica que sustenta os algoritmos retratados.

3 TEMA E MÉTODOS DO PROGRAMA

No início da disciplina, os conteúdos programáticos abordados são: aproximações e erros e cálculo de raízes de equações por métodos intervalares e abertos. Em virtude do caráter elementar de tais assuntos e, naturalmente, do curtíssimo contato dos estudantes com o Cálculo Numérico, a estratégia escolhida para semear a ideia de transdisciplinaridade foi o requerimento de rotinas computacionais que executassem funções que dialoguem com alguma disciplina específica de engenharia. O docente adotou o método de aplicar para os discentes problemas de programação - em forma de avaliação, como nota extra. Levando-os à proximidade de questões técnicas e motivando a estarem seguindo em paralelo com o aprofundamento na área profissional. Tais algoritmos foram desenvolvidos pelos alunos no programa Dev-C++, utilizando a linguagem C.

Uma relevante tarefa foi propor ao aluno resolver uma equação utilizando o Método da Bissecção: o discente era livre pra escolher a função; o importante era se concentrar em utilizar o método numérico discutido em sala de aula para solucionar um problema. Uma interessante resposta elaborada por um estudante foi a resolução de uma questão típica de circuitos: havia uma equação que definia o valor da corrente elétrica num dispositivo; assim, o código desenvolvido permitia que o usuário definisse o valor da corrente elétrica e rastreava, pelo método da bissecção, o tempo em que isso acontecia. Uma parte do código é exposta na Figura 2.

Considerando essa relação efetiva dos métodos numéricos aplicados em rotinas computacionais, durante a execução destas atividades, foi proposta a uma dupla a produção de um minicurso que promovesse a aprendizagem da linguagem e de aplicações do Software Scilab. Tal minicurso foi ministrada durante duas semanas, em horários vagos da turma. Assim, foi possível que os estudantes se familiarizarem com a plataforma, percebendo sua aplicabilidade e motivando o desenvolver de algoritmos, habilidade imprescindível para a formação profissional.

Figura 2 – Trecho de algoritmo desenvolvido utilizando o Método da Bissecção.

```

46 | do
47 | {
48 |     if(f(xnew,c) == 0)
49 |         printf("Apos %d iteracoes, foi encontrada a solucao x = %.10f\nCom erro de %.18lf\nf(%.8f) = %.7f", i, xold, er_aprx,xold,f(xold,c));
50 |     if(f(xnew,c)*f(a,c) <= 0)
51 |     {
52 |         er_aprx = (xnew-xold)/xnew;
53 |         if(er_aprx < 0)
54 |             er_aprx = -1;
55 |         b = xnew;
56 |         xold = xnew;
57 |         xnew = (a+b)/2;
58 |         i++;
59 |         printf("\nIteracao %d: x=%.1f", i, xnew );
60 |     }
61 | }
62 |
63 | if(f(xnew,c)*f(b,c) < 0)
64 | {
65 |     er_aprx = (xnew-xold)/xnew;
66 |     if(er_aprx < 0)
67 |         er_aprx = -1;
68 |     a = xnew;
69 |     xold = xnew;
70 |     xnew = (a+b)/2;
71 |     i++;
72 |     tempo = (Tickr[1] - Tickr[0]) * 1000.0 / CLOCKS_PER_SEC;

```

Fonte: Autores.

Além dessas estruturas computacionais que pretendiam se aplicar diretamente à engenharia, outras atividades propostas foram: Resolução das Séries de Maclaurin (funções seno, cosseno e exponencial), Arredondamento/Truncamento dos algarismos significativos da mantissa, Encontrar Raízes de equação do terceiro grau, Cálculo de matrizes inversas utilizando decomposição LU, entre outros. Com o decorrer da disciplina e o avançar dos conteúdos, uma nova experiência foi adotada para fomentar a conexão entre o cálculo numérico e disciplinas específicas: a promoção de seminários sobre aplicações claras da teoria numérica na resolução de problemas de engenharia.

Com efeito, foram sugeridos para elaboração de apresentações de 8 (oito) trabalhos científicos para discussão interna e escolha dos estudantes. Cada grupo se responsabilizava por um tema e deveria estudá-lo para promover uma discussão em sala de aula. Tais trabalhos tomavam métodos numéricos, conteúdo programático da disciplina Cálculo Numérico, para construção de conhecimento em suas respectivas áreas. Escolhidos os temas, o objetivo dos grupos foi elaborar seminários nos quais se apresentava o trabalho acadêmico e se dava uma atenção à aplicação dos métodos numéricos. O cerne de cada seminário foi a abordagem transdisciplinar que os estudantes impreterivelmente precisaram realizar para a formação das apresentações: os métodos numéricos aprendidos em sala de aula eram utilizados nos trabalhos como instrumento para a concretização da pesquisa estudada. Desse modo, fora cultivado nos alunos a mentalidade da correlação da disciplina básica Cálculo Numérico com as disciplinas profissionalizantes.

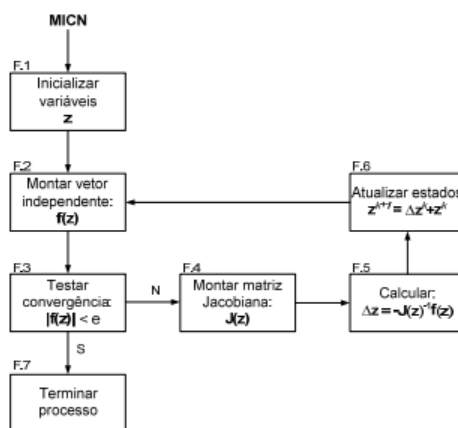
O Quadro 1 expõe os temas abordados pelos estudantes em sala de aula e os métodos numéricos associados aos estudos. Quanto às apresentações orais, cabe destacar 2 (dois) trabalhos. O primeiro deles é o que promoveu uma discussão sobre uma Metodologia para análise de sistemas elétricos a N condutores pelo Método de Injeção de Correntes (Grupo 1). Neste seminário, fora abordada a metodologia para análise em regime permanente de sistemas elétricos a n condutores, além de sua utilidade quanto à análise de sistemas equilibrados/desequilibrados, radiais/reticulados, de transmissão, entre outros. Esta nova metodologia para análise de sistemas elétricos é baseada no Método de Newton-Raphson, um dos principais do cálculo numérico. A Figura 3 a seguir expõe parte da apresentação dos responsáveis.

Quadro 1 – Trabalhos e métodos abordados nos seminários

Grupo	Trabalho	Métodos prevalentes
1	PENIDO, D. <i>et al.</i> Metodologia para análise de sistemas elétricos a n condutores pelo método de injeção de correntes, SBA-Control e Automação , Juiz de Fora, v. 21, n. 3, p. 308-321, 2010.	Newton-Raphson
2	FREITA, S.; BORGES, F.; FILHO, J. Abordagem qualitativa da série de Fourier através da análise de sinais eletroencefalográficos. In: SEMANA ACADÊMICA, 5., 2008, Uberlândia. Anais da V SEMANA ACADÊMICA . Uberlândia: UFU, 2008. p. 1-9.	Série de Fourier
3	PEREIRA, C.; JUNIOR, L. Análise comparativa de alguns algoritmos de localização digital de faltas em linhas de transmissão, SBA-Control e Automação , São Paulo, v. 11, n. 3, p. 135-140, 2000.	Matriz impedância; Quadripolos
4	NAGHIPOOR, J.; AHMADIAN, S.; SOHEILI, A. An Improved Regula Falsi Method for Finding Simple Zeros of Nonlinear Equations, Applied Mathematical Sciences , Zahedan, v. 2, n. 8, p. 381-386, 2008.	Regula Falsi
5	RESENDE, P. C.; MELO, N. R.; CAMPOS, G. L. Métodos numéricos de integração aplicados no cálculo de campos magnéticos gerados por linhas de transmissão. ForScience : revista científica do IFMG, Formiga, v. 5, n. 3, e00295, jul./dez. 2017.	Quadratura de Gauss-Legendre; Integração Newton-Cotes (Regra de 3/8 de Simpsons).
6	COFARU, C.; PHILIPS, W.; PAEPEGEM, W. Improved Newton-Raphson digital image correlation method for full-field displacement and strain calculation, Optical Society of America , Gante, p. 1-27, 2010.	Newton-Raphson com derivação parcial
7	BRESSAN, G.; OLIVEIRA, A. Atualização eficiente da decomposição LU na programação de lotes e cortes, TEMA , São Carlos, v. 4, n. 1, p. 1-10, 2003.	Decomposição LU
8	SCHNEIDER, R. et al. Cálculo da área atingida pelo rompimento da barragem em Bento Rodrigues-MG, utilizando integração numérica. In: JORNADA DE PESQUISA, 11., 2016, Ijuí. Anais da XXI JORNADA DE PESQUISA . Ijuí: Unijuí, 2016. p. 1-9.	Trapézios Repetidos

Fonte: Autores

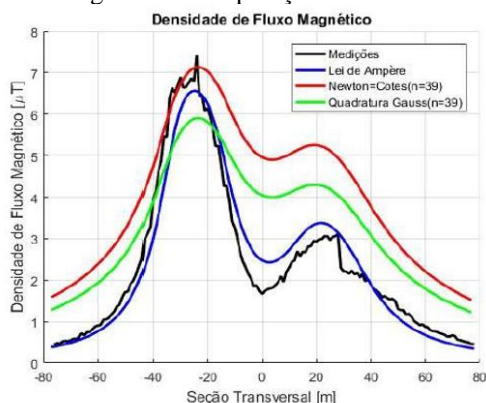
Figura 3 – Apresentação do método utilizado no artigo



Fonte: Autores.

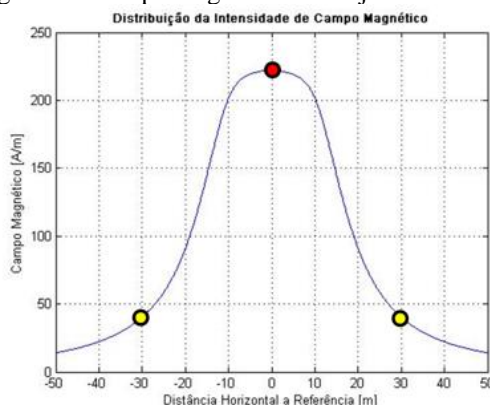
Outra apresentação a ser destacada é a que promoveu um debate sobre o artigo de Resende, Melo e Campos (2017) (Grupo 5). A dupla responsável abordou os métodos numéricos de integração para cálculo de linhas de transmissão de energia elétrica e uma comparação entre os resultados dos métodos e os reais. Após abordar a introdução e objetivo, os estudantes demonstraram o método Quadratura de Gauss-Legendre e a Integração de Newton-Cotes (Regra de 3/8 de Simpson) e, logo em seguida, apresentaram a aplicação dos métodos na Lei de Biot-Savart para cálculo de campo magnético. Apresentando as premissas relevantes das linhas de transmissão, os parâmetros de entrada do algoritmo e o fluxograma da rotina computacional. E, por fim, evidenciaram os resultados do artigo, realizando uma comparação entre os métodos numéricos de integração, no qual o método Quadratura de Gauss-Legendre nota-se mais preciso em relação aos resultados reais do campo, pois os pontos para integração não são igualmente espaçados, diferentemente do Método de Newton-Cotes. No entanto, realizando uma análise comparativa entre o método de integração e o método analítico (Lei de Ampère), foi explicitado que o último obteve resultados mais precisos e um baixo custo computacional. O tema abordado chamou atenção dos estudantes presentes, posto que analisar a aplicação dos métodos para cálculo de campos magnéticos e discutir qual é o mais eficiente faz com os discentes se questionem e explorem com mais conhecimento o tema. Além disso, houve uma interessante correlação entre o artigo e um projeto de pesquisa já desenvolvido por uma estudante, havendo um momento de debate. Tornou-se claro o fundamental papel da disciplina cálculo numérico e como esta pode ser utilizada para resolver problemas tão próximos. A Figura 4 apresenta a comparação entre os métodos do artigo e a Figura 5 retrata o cálculo do campo do projeto de pesquisa realizado pela estudante.

Figura 4 – Comparação dos métodos.



Fonte: Resende, Melo e Campos (2017).

Figura 5 – Campo magnético nas adjacências da LT.



Fonte: Autores.

4 EMANCIPAÇÃO DOS CONTEÚDOS PROFISSIONAIS

Em todo conteúdo que esteja sendo estudado, se aspira à apresentação de contextos reais que estimulem a motivação dos estudantes. Sem essa concordância é de acontecimento frequente que o componente curricular seja tratado como marginal. Nos cursos superiores isso é facilmente notado nos anos iniciais e essa prática é prejudicial para a formação do profissional, tendo em vista que as matérias iniciais são base para o resto do curso e para a prática profissional.

Um dos objetivos da disciplina de Cálculo Numérico é abordar os fundamentos de métodos numéricos e aplicar o conhecimento prévio de programação na implantação de rotinas

computacionais. Porém, como é uma disciplina básica, o foco dos professores geralmente é apenas repassar os aspectos teóricos e computacionais, mas não os relacionam com o curso em que a disciplina está sendo ministrada. Um dos problemas que isso pode ocasionar é o aluno futuramente ter dificuldades em pensar nas soluções para determinados problemas que utilizem métodos numéricos, pois não houve durante a disciplina a associação explícita da teoria numérica com a prática.

A proposta de apresentações de seminários foi uma tentativa de transpor este paradigma e relacionar o conteúdo visto em sala de aula com estudos referentes à área do curso. Além de incentivar a análise de aplicações práticas dos métodos estudados, esta proposta proporciona um contato introdutório do discente com conteúdos profissionais, que normalmente só seriam tidos em disciplinas mais avançadas do curso.

Este contato do aluno com áreas específicas do seu curso logo nos primeiros períodos é relevante, pois proporciona um melhor conhecimento acerca da profissão escolhida. Além disso, é fundamental criar esse vínculo com algumas áreas desde o princípio da graduação, para que a dificuldade com determinadas disciplinas seja mitigada e o interesse na aprendizagem de conteúdos básicos, potencializado, devido à percepção da importância dessas componentes curriculares em um futuro próximo. Esperou-se nestas práticas que aprendizagem dos métodos numéricos vistos simultaneamente às aplicações em situações reais seja mais proveitosa, consentâneo à facilidade do discente em visualizar as aplicações desses conceitos futuramente no exercício da sua profissão.

5 CONSIDERAÇÕES DOS ESTUDANTES

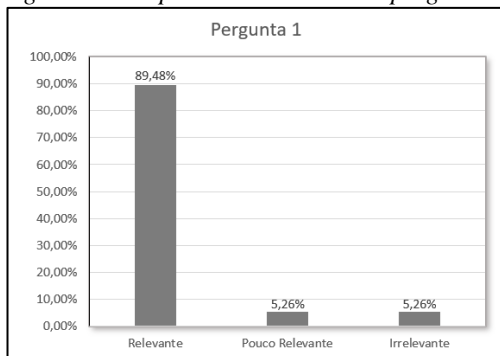
Durante a apresentação dos seminários houve a participação dos alunos presentes em sala, por meio de comentários e impressões sobre a relevância do método numérico envolvido na aplicação exposta. Foi perceptível o interesse pelas aplicações dos métodos para resolução de problemas relacionados a diversas classes de engenharias. Logo, notou-se de antemão que a metodologia usada contribui positivamente para o crescimento de conhecimentos dos discentes. Ademais, não houve, por parte do docente, uma cobrança rígida quanto à compreensão cabal do tema abordado - uma vez que os seminários abordavam temas avançados -, senão do entendimento da relação clara entre um método numérico e o assunto.

Como forma de verificação da eficiência da estratégia adotada para a promoção da transdisciplinaridade, foram realizadas as seguintes perguntas a respeito das atividades propostas com os discentes:

- Pergunta 1: O quanto o estudo das aplicações do cálculo numérico a temas avançados foi eficiente sobre a percepção da relevância da disciplina para a engenharia?
- Pergunta 2: Qual a relevância do diálogo entre componentes curriculares básicas e específicas para o situar no curso?
- Pergunta 3: Qual o nível da importância de atividades de caráter equivalente às estratégias adotadas (que se concentrem em aplicações à engenharia) em outras disciplinas básicas?
- Pergunta 4: Você recomendaria que rotinas computacionais e seminários que estimulem o diálogo entre disciplinas sejam promovidos na próxima vez que a disciplina for ministrada?

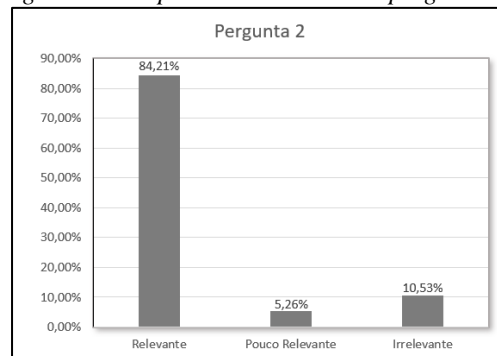
Em todas as perguntas os alunos responderam com 'Relevante', 'Pouco relevante' ou 'Irrelevante', exceto na última, nas quais as respostas foram feitas com 'sim' ou 'não'. Esse questionário foi realizado com 19 (dezenove) alunos dos 22 (vinte e dois) que estavam matriculados na disciplina. As porcentagens que indicam um balanço das respostas estão representadas nas Figuras 6, 7, 8 e 9.

Figura 6 – Respostas obtidas com a pergunta 1.



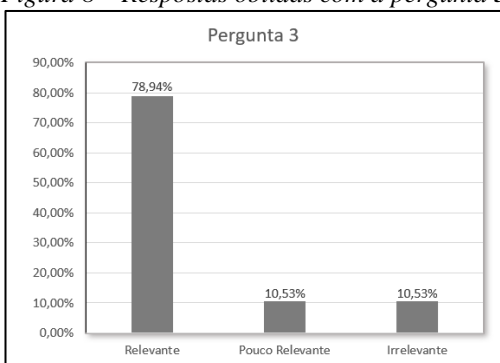
Fonte: Autores.

Figura 7 – Respostas obtidas com a pergunta 2.



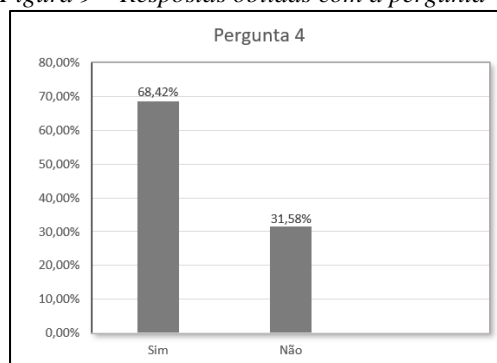
Fonte: Autores.

Figura 8 – Respostas obtidas com a pergunta 3.



Fonte: Autores.

Figura 9 – Respostas obtidas com a pergunta 4.



Fonte: Autores.

Com o *feedback* dos discentes, foi possível analisar que, em geral, a proposta de apresentação dos seminários com temas avançados e de construção de rotinas computacionais foi bem aceita, e como foi sugerido pela maioria que estas atividades sejam utilizadas na próxima vez em que a disciplina for ministrada, supõe-se que o aproveitamento e absorção do conteúdo programático foi melhor efetuado com o aprofundamento de como os métodos estudados em cálculo numérico são utilizados na prática. Além disso, nota-se que em sua maioria os alunos aprovaram o método utilizado para avaliação e melhor compreensão dos conteúdos no componente curricular Cálculo Numérico.

Todavia, a porcentagem razoavelmente menor de aprovação dos discentes sobre a Pergunta 4 faz suspeitar que existe uma certa resistência dos estudantes às atividades de programação. Tal hipótese pode ser estudada em trabalhos futuros, a fim de verificar as barreiras que emergem das dificuldades advindas da Programação no contexto do cálculo numérico integrado com aplicações de engenharia.

Com isso, é possível deduzir que é de suma importância que as disciplinas básicas dialoguem com o dia-a-dia da futura profissão que será exercida pelos discentes, para que desde o início da graduação estes tenham o conhecimento de tais conceitos e métodos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A apresentação de seminários e a elaboração de rotinas computacionais como uma parte da avaliação do desempenho dos alunos se mostraram como importantes instrumentos pedagógicos. Além disso, essas experiências incentivam os estudantes do Curso Bacharelado em Engenharia Elétrica a pesquisar, desenvolverem a habilidade de apresentação e de transferência do conhecimento adquiridos na disciplina à solução de problemas gerais, e de aperfeiçoarem

competências para o bom exercício profissional. Logo, é perceptível que os discentes, a partir dessa metodologia de aprendizagem, obtiveram uma compreensão diferenciada do conteúdo programático de cálculo numérico, pois iniciaram a construção de conexões entre os métodos numéricos e aplicações reais na área profissional.

Sendo assim, a partir das atividades propostas aos estudantes, constatou-se não apenas a efetivação do primeiro contato dos discentes com certos conhecimentos profissionais, mas também é notória a formação de uma perspectiva que aceita as disciplinas básicas, não apenas Cálculo Numérico, como ferramentas indispensáveis na longa caminhada da formação pessoal, intelectual e profissional. Dessa forma, o planejamento de experiências que promovam a transdisciplinaridade no ambiente acadêmico se tornou um dos desafios dos docentes e discentes, uma vez que a modularização e fragmentação do conhecimento, consequências do avanço científico-tecnológico, são fenômenos relacionados ao processo de aprendizagem na contemporaneidade.

REFERÊNCIAS

HERBSTER, A. F.; BRITO, N. D. Labcon©: UMA EXPERIÊNCIA DE MODERNIZAÇÃO DA DISCIPLINA CÁLCULO NUMÉRICO. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2005, Campina Grande. **Anais do XXXIII COBENGE**. Campina Grande: UFCG, 2005.

MAINGAIN, A.; DUFOUR, B.; FOUREZ, G. **Abordagens didáticas da interdisciplinaridade**. Lisboa: Instituto Piaget, 2002.

NICOLESCU, B. **Manifesto da Transdisciplinaridade**. Tradução de Lúcia Pereira de Souza. São Paulo: Trion, 1999.

RESENDE, P. C.; MELO, N. R.; CAMPOS, G. L. Métodos numéricos de integração aplicados no cálculo de campos magnéticos gerados por linhas de transmissão. **ForScience**: revista científica do IFMG, Formiga, v. 5, n. 3, e00295, jul./dez. 2017.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 16 ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

NUMERICAL CALCULUS: ADVANCED SEMINARS FOR IMPROVING THE CURRICULAR PERSPECTIVE AND DISCIPLE PERCEPTION ABOUT APPLICATIONS IN ENGINEERING

Abstract: *The paper discusses the activities developed in the curricular component "Numerical Calculus" in an electrical engineering course. Transdisciplinary strategies aimed at the materialization of an introductory contact of students to real problems of professional practice, exposing and debating subjects inherent to specific professional disciplines. With the exposition of the applications of numerical methods to electrical engineering, undergraduate students were expected to develop from an integrated perspective of numerical methods with professional disciplines. The methodology for this was exploratory, including the study of some methods, computational structures, the approach of the applications and results obtained by researchers in papers of specialized magazines and conferences. The results of a survey research indicate to a reasonable improvement in the development of a disciplinary conception integrated by the students.*

Key-words: *Transdisciplinarity, Numerical Calculus, Applications to Electrical Engineering.*