Interdisciplinaridade na Engenharia de Controle e Automação

Tatiane Policário Chagas[*], Bene Regis Figueiredo[*]

[*] Departamento de Engenharia de Controle e Automação, Instituto Federal de Educação Tecnológica, Campus Serra, Espírito Santo, Brasil

Email: policario@ifes.edu.br. bfigueiredo@ifes.edu.br

Abstract

This paper aims to report the academic experience of the teachers of the Course Control Engineering and Automation in interdisciplinary activities. Awaken the student to the process of learning theoretical and practical characteristic of professional reality. Create a culture of "learning to learn". Teaching activities involving the disciplines of electrical circuits and electronics led to technical debates, discussions, exercises, labs and presentations of practical applications. The results are breaks barriers between disciplines and construction of the link between knowledge of various areas of engineering. Consolidating learning in projects with practical applications, both in academia and in professional activities for the future engineer. This experience reflected in subsequent periods of the course, as the student begins to manipulate information fragmented to transform them into new knowledge, reflecting the maturity to integrate information from each discipline

Keywords: Interdisciplinarity; Engineering Education.

1. Introdução

O contexto social e econômico onde os engenheiros atuam mudou radicalmente desde a criação dos cursos destinados a sua formação, final do século XVIII, mudança que se acelerou nas ultimas décadas do século XX. Novas tecnologias não só deram origem a novas ferramentas, exigindo uma formação complementar, mas alteraram profundamente os processos de trabalho.

Quais os perfis de formação melhor indicados para a situação atual? Como os escolher, diante das diferentes visões acadêmicas e no mundo do trabalho? Como considerar a situação local da escola e as mutações do mercado de trabalho? Como desenvolver currículos e estratégias didáticas frente às novas necessidades e aos novos e variados perfis de formação?

Essas questões tornam-se especialmente incomodas quando percebemos a distancia entre os diferentes perfis de formação propostos pela academia, pelos organismos encarregados do registro de profissionais e pelos órgãos que credenciam e avaliam as escolas de engenharia, sem deixar de mencionar o mercado de trabalho.

Essas questões também possuem relevância técnica porque entre um perfil de formação desejado, o currículo planejado e o currículo real, há distancias tanto maiores quanto maior a esperança de que elas ocorram por mudanças espontâneas de atitudes das escolas e de seus professores.

A formação do engenheiro tem sido relacionada com a formação teórica de uma forma cartesiana: a teoria desvinculada da prática e a prática como consequência de uma solida formação teórica. O que não permite o desenvolvimento de um profissional criativo que possa dar conta das diferentes demandas que o mercado lhe impõe.

Esse a se propõe artigo dar uma contribuição em direção à melhoria do processo ensino-aprendizagem em Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Serra. A proposta pedagógica adotada pelos professores das disciplinas Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica do núcleo de formação profissional, tem um enfoque na cooperação, no interesse e na autonomia em um processo de integração e construção do conhecimento pelo aluno. Um aluno que interage com a teoria e a prática, um ensino cujo aprender através do fazer seja privilegiado, um ensino cuja capacidade de refletir seja estimulado através da interação professor-aluno em diferentes situações práticas.

A proposta adotada contrapõe o atual processo de ensino-aprendizagem (Cardoso, 2007):

- Ensino centrado na simples transmissão e recepção do conhecimento
- Carência de uma convivência com o mundo real da engenharia
- Ensino referenciado na figura do professor e o aluno restrito a uma participação passiva no processo de aprendizagem
- Enfoque metodológico centrado na analise em detrimento da síntese.

2. Motivação

O currículo (Schön, 2000) baseia-se em uma visão de conhecimento profissional com a aplicação da ciência a resolução de problemas instrumentais. Começando com a formação básica e segue com a formação profissional e específica, separando a ciência que produz conhecimento da prática que o aplica. Não existindo espaço para a pesquisa na prática. Não permitindo o aluno "a pensar o que faz, enquanto faz", impossibilitando-o de adquirir uma nova compreensão de situações indeterminadas e vislumbrar novas estratégias de ação.

Quando o ensino não é visto como uma transferência de informação e a aprendizagem como o recebimento, a armazenagem e a assimilação das informações, ele requer um tratamento interdisciplinar.

Na busca de uma metodologia de ensino que auxilie a formação do engenheiro, o conceito da interdisciplinaridade obteve destaque para um ensino mais abrangente. Tal destaque é fundamentado na possibilidade de estabelecer as devidas conexões entre os conteúdos tratados dentro das disciplinas e entre os ciclos de formação do estudante de engenharia.

Segundo (Jupiassu, 1976) "a interdisciplinaridade se caracteriza pela intensidade das trocas entre os especialistas e pelo grau de integração real das disciplinas, no interior de projeto específico de pesquisa". (Nogueira, 2004) complementa conceituando a interdisciplinaridade como um trabalho de integração das diferentes áreas do conhecimento, um real trabalho de cooperação e troca, aberto ao diálogo e ao planejamento, onde as diferentes disciplinas não aparecem de forma fragmentada e compartimentada, pois a proposta em questão conduzirá a unificação.

Sendo assim, podemos dizer que o papel específico da atividade interdisciplinar consiste, primordialmente, em lançar uma ponte para religar as fronteiras que haviam sido estabelecidas anteriormente entre as disciplinas, com o objetivo preciso de assegurar a cada uma seu caráter propriamente positivo, segundo modos particulares e com resultados específicos (Nakayama, 2009).

A partir dessa concepção, foi moldado uma proposta interdisciplinar, relatada nesse artigo, resultado da inciativa conjunta dos professores das disciplinas Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica do curso de Engenharia de Controle e Automação do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo – Campus Serra.

Na "Introdução a Engenharia", componente curricular do primeiro período, discute-se temas ligados ao profissional de Engenharia de Controle e Automação, seu papel social, as ciências e tecnologias que serão abordadas durante a graduação, a evolução da engenharia, perspectiva de mercado de trabalho, acrescentando abordagens de projetos que serão desenvolvidos ao longo do curso, de modo a situá-lo e incentivá-lo, despertando o interesse pelas técnicas de automação e controle de processos.

Nos períodos subsequentes, envolvidos com matérias do ciclo de formação básica, tais como matemática e física, fundamentais para a construção de uma base sólida, o aluno acaba por se distanciar da temática do curso.

Mais a frente, em "Circuitos Elétricos I", disciplina do quinto período, o discente tem seu primeiro contato com os principais elementos de um circuito com eletricidade, os componentes lineares, assim como as relações entre as grandezas elétricas e técnicas de análise de circuitos. Nessa oportunidade, o aluno inicia as atividades no laboratório de eletricidade, onde é possível montar circuitos com componentes lineares, efetuar medidas de tensões e correntes, verificar os conceitos desenvolvidos nas aulas teóricas.

Em paralelo, desenvolve-se a disciplina "Eletrônica Básica", cuja finalidade é introduzir a eletrônica, a física dos semicondutores, proporcionando ao aluno analisar e desenvolver circuitos com dispositivos semicondutores.

Dentro do contexto dessas duas disciplinas, no momento em que o aluno vence a etapa de formação básica e inicia os estudos para a sua formação profissional e específica, os professores identificaram um elo comum nesse primeiro contato com a teoria de circuitos e os componentes eletro/eletrônicos. A partir dessa identificação, os professores planejaram e implementaram um trabalho baseado na interdisciplinaridade, abordando desde o planejamento e desenvolvimento das aulas teóricas e práticas, avaliação e projetos práticos integrados.

3. Relato do caso de Interdisciplinaridade nas disciplinas de Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica

Precedente ao inicio do semestre letivo, os docentes responsáveis pelos dois componentes curriculares adotaram um arranjo no qual a interdisciplinaridade pode ser alcançada por meio do planejamento e elaboração dos planos de aula em conjunto.

3.1 Planejamento

Durante o desenvolvimento dos planos de aula é possível verificar quais conteúdos de uma disciplina é importante para a assimilação dos conteúdos da outra, ajustando a ordem de explanação dos temas, levando o aluno a uma construção estruturada e organizada de seu conhecimento. Com base nesse estudo, os assuntos fundamentais para o início das duas disciplinas foram discutidos em um aulão, ministrados pelos dois professores, cuja finalidade era abordar os temas da disciplina Circuitos Elétricos I, como tensão elétrica, corrente elétrica, resistência elétrica, Lei de Ohm e Leis de Kirchhoff, fundamentais para o desenvolvimento da disciplina Eletrônica Básica. Em contrapartida, no decorrer da disciplina Eletrônica Básica, os conceitos de corrente e tensão elétrica são consolidados, construindo um conhecimento mais sólido para o curso de Circuitos.

O planejamento em conjunto se estende a um acompanhamento semanal das aulas, onde é possível propor temas em comum para a discussão, exercícios de fixação de conteúdos abordados nas duas disciplinas, elaboração de roteiros para as aulas experimentais com os conteúdos integrados, além de verificar o nível de aprendizado dos alunos.

As aulas nos laboratórios ocorrem uma vez por semana, em 4 aulas sequenciais, com a turma completa, sendo ministrada pelos dois professores. Os roteiros contemplam os conteúdos abordados nas aulas teóricas, permitindo aos alunos validar tais conceitos através da implementação de circuitos com componentes eletroeletrônicos e utilização de equipamentos de medição de grandezas elétricas. A presença simultânea dos docentes permite um melhor acompanhamento dos alunos e discussão em conjunto dos resultados encontrados.

3.2 Avaliações

Outra abordagem dessa proposta de interdisciplinaridade consiste na elaboração de testes de verificação de aprendizagem em conjunto, exigindo do aluno a compreensão integrada dos conteúdos de cada disciplina. Na experiência de interdisciplinaridade adotada no período letivo de 2012/1, as avaliações de aprendizagem ao longo do semestre letivo foram aplicadas isoladamente, sendo em comum: a prova final, as aulas de laboratório e o projeto prático. No período letivo 2012/2, com a maior interação entre os docentes, foi possível aplicar dois testes em conjunto, dos três instrumentos avaliativos teóricos das disciplinas, além da prova final. Nesse mesmo semestre foi desenvolvido outras ações em conjunto, como aulas teóricas e exercícios de fixação, mantendo a parceria nas aulas experimentais de laboratório e projeto prático.

3.3 Projeto Interdisciplinar aplicado

Como parte final dessa nova proposta de abordagem das disciplinas, foi solicitado aos alunos que elaborassem um trabalho prático: construção de uma fonte de tensão regulada com vários valores de saída.

Nesse projeto os alunos são responsáveis pelas seguintes etapas:

- Elaboração do diagrama esquemático do circuito
- Dimensionamento e especificação dos componentes eletrônicos
- Utilização de recursos de softwares livres de simulação, tanto para verificação dos sinais elétricos gerados pelo circuito eletrônico, quanto para o desenho da placa de circuito impresso
- Interpretação dos *datasheet* dos componentes
- Confecção da placa de circuito impresso
- Soldagem dos componentes
- Testes dos circuitos.

Além disso, a elaboração de um relatório, em conformidade com as normas da ABNT, contendo:

- Descrição de todas as etapas do projeto
- Descrição, aplicação e dimensionamento dos componentes
- Simulações dos circuitos
- Descrição da confecção da placa de circuito impresso
- Testes realizados
- Relato das dificuldades encontradas e importância do projeto em sua formação.

Ao final do semestre, os grupos dos alunos apresentaram aos docentes o projeto desenvolvido. Nesse momento avalia-se a desenvoltura do aluno mediante a situações previstas, com base nos conceitos adquiridos nas disciplinas e soluções de proposições práticas que surgem no momento da defesa do seu trabalho, possibilitando-o a adquirir uma nova compreensão de situações indeterminadas/práticas e a vislumbrar novas estratégias de ação.

4. Resultados

A prática da interdisciplinaridade nos componentes curriculares Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica foi bem recebido pelos alunos, que relataram a importância do estímulo para integrar os conhecimentos das duas disciplinas de formação profissional, aplicando tais conhecimentos teóricos na construção de um projeto prático, cujo produto final é um equipamento presente no cotidiano acadêmico do aluno e do engenheiro de controle e automação.

A partir das avaliações em conjunto, que exige do aluno um estudo simultâneo das duas disciplinas, foi possível verificar a homogeneidade do aproveitamento do discente, nas avaliações integradas e nas avaliações individuais, justificadas pelas implementações oriundas da interdisciplinaridade. Podemos destacar que o aluno passa a enxergar as disciplinas como um conjunto de saberes que interagem entre si, formando novos conhecimentos de integrados e não fragmentados

O estudo simultâneo das disciplinas gera outro resultado, verificado nos semestres de trabalho interdisciplinar, períodos letivos 2012/1 e 2012/2, uma melhoria no desempenho dos alunos, resultando em uma ampliação da aprovação dos discentes para o período subsequente. Tais resultados podem ser verificados na tabela 1, onde é ilustrada a porcentagem de aprovados nas duas disciplinas nos semestres letivos 2011/1 e 2011/2, 6% e 0% respectivamente, sem essa proposta de trabalho, e os aprovados nos semestres letivos 2012/1 e 2012/2, 14% e 25% respectivamente.

Importante ressaltar que houve um incremento de 316,67% da quantidade de alunos aprovados no semestre letivo 2011/1 (6% dos matriculados) para os aprovados no semestre letivo 2012/2 (25 % dos matriculados). Embora um índice de 25% de aprovação seja considerado baixo, existem outras questões que o justifiquem, tal como o perfil do aluno. Ressaltamos que as disciplinas Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica, situadas do quarto período, são o primeiro contato do aluno de engenharia de controle e automação com os conteúdos técnicos. Em sua maioria, eles não possuem maturidade para assimilar com facilidades esses conceitos.

Tabela 1: Desempenho dos alunos de Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica antes e após a proposta de interdisciplinaridade

Período Letivo	Índices de Desempenho dos alunos nas disciplinas Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica			
	Desistente / Evadido	Reprovado	Aprovado: 1 disciplina.	Aprovado: 2 disciplinas.
2011/1	54%	13%	27%	6%
2011/2	45%	18%	36%	0%
2012/1	34%	32%	20%	14%
2012/2	36%	36%	3%	25%

Como segundo resultado ilustrado na tabela 1, temos a redução da evasão escolar. A expectativa do aluno na graduação é a possibilidade de manipular a ciência e a tecnologia de sua área de interesse. A antecipação dessa implementação minimiza a evasão escolar, uma vez que essa proposta permite que o conhecimento adquirido seja verificado, aplicado, além de gerar um produto dentro da realidade de seu curso. Essa redução da evasão escolar, de 54% para 36%, identificadas entre os períodos letivos de 2011/1 e 2012/2, reflete tanto na redução da ausência do aluno nas salas de aula, como na quantidade de alunos que abandonam a disciplina ao longo do semestre letivo.

Um terceiro resultado, também ilustrado na tabela 1, é a transferência do aproveitamento do aluno. O discente deixa de ser aprovado em apenas uma das disciplinas: circuitos elétricos I ou eletrônica, índices elevados nos semestres letivos 2011/1 e 2011/2, 27% e 36%. Nesses semestres, geralmente, os alunos escolhiam um dos dois componentes para estudar, em sacrifício do outro.

A interação entre as duas disciplinas solicita ao aluno o estudo em conjunto, de maneira que o sucesso ocorre na aprovação nos dois componentes. A redução dos índices de aprovação em apenas 1 disciplina, nos semestres letivos 2012/1 e 2012/2, 20% e 3%, são justificados pelo trabalho em conjunto dos dois componentes curriculares, tanto em relação aos exercícios e atividades em laboratório, quanto aos instrumentos de avaliação.

Apesar do índice de reprovação ter aumentado, ele é apenas o reflexo do trabalho em conjunto das duas disciplinas, visto que o aluno agora passa a ser aprovado ou reprovado. Os outros índices de desempenho sofrem redução.

Outro resultado importante surge da construção do projeto prático, onde o aluno desenvolve a pesquisa, tanto de componentes eletrônicos, quanto de softwares de simulação, preferencialmente livres, elaborando e construindo um protótipo real de uma fonte reguladora a partir dos conhecimentos teóricos adquiridos. Tal experiência reflete nos períodos subsequentes do curso, visto que o discente passa a manipular as informações fragmentadas para transformá-las em novos conhecimentos, refletindo assim uma maturidade para integrar as informações de cada disciplina. Maturidade esta que será importante no desenvolvimento das atividades de pesquisa e extensão realizadas pelo aluno durante sua vida acadêmica.

Ao final desse processo de ensino e aprendizagem adotado, podemos dizer então que o aluno é competente, (Silveira, 2005) defini competência como sendo a capacidade de mobilizar e articular os conhecimentos, "saber fazer", aptidões e atitudes para resolver eficazmente novos problemas, devidamente contextualizados, de forma fundamentada e consciente.

5. Considerações Finais

A interdisciplinaridade no contexto da Engenharia de Controle e Automação tem como objetivo ligar os campos científico e tecnológico às ações práticas, despertando o interesse dos graduandos em aprofundar seus conhecimentos através de trabalhos baseados na cooperação interdisciplinar. Esse fato enriquece tanto a pesquisa científica, quanto à prática profissional, visto que o universitário submetido a uma formação acadêmica que agrega ensino, pesquisa e extensão desenvolve um diálogo integrado entre produção acadêmica e a ação profissional.

Conclui-se que a proposta do projeto interdisciplinar das disciplinas Circuitos Elétricos I e Eletrônica Básica proporciona a construção de ideias lógicas e conflitos de conhecimento, facilitando o desenvolvimento do estudante, observados pela melhora no índice de aprovação, que deve buscar fontes externas para aderir aos seus conhecimentos acadêmicos. Entende-se que engenhar requer criatividade e sentimento, e a interdisciplinaridade desperta essas qualidades nos futuros engenheiros, explorando sua capacidade de solucionar problema de forma eficaz e inovadora (Queiroz et al, 2012).

Ressalta-se a necessidade de desenvolvimento da interdisciplinaridade nos períodos subsequentes, não somente na construção de projetos, mas no desenvolvimento teórico das disciplinas e projetos de extensão, pois tais ações refletem na formação de universitários com maior capacidade de adaptação ao seu campo profissional.

A formação de um engenheiro não precisa ser feita de forma cartesiana. Através do projeto prático é possível desenvolver a vinculação entre a teoria a e prática, permitindo o desenvolvimento de um futuro profissional:

- Criativo, que possa dar conta das diferentes demandas que o mundo do trabalho lhe impõe
- Analitíco, reflexivo e crítico
- Auto-didata
- Competente, visto que competências não se reduzem a conhecimentos e não podem ser ensinadas diretamente. Criamos as condições de seu desenvolvimento, situações e atividades a que o aluno é exposto ao longo das disciplinas.

A proposta pedagógica implementada e relatada nesse artigo, tem seu sucesso ligado a sua relação com a vida e os interesses dos alunos, e a seu caráter interdisciplinar, reflexo percebido na redução da evasão escolar. Mas, para que o último adjetivo não signifique apenas a rápida e descompromissada referência a outros pontos de vista, mas antes uma real integração interdisciplinar, faz-se necessário que os professores (e a escola) trabalhem em conjunto, aproximando seus discursos e práticas na direção do objetivo comum, o que exige vontade e trabalho. A integração leva a diminuição da autonomia dos professores e esta é outra face do trabalho interdisciplinar orientado para um objetivo comum. Aparecem restrições e trabalhos adicionais, se faz necessário compreender os outros e suas motivações, e as aceitar e negociar o impacto de outros pontos de vista na própria atuação.

Futuras propostas: estender essa proposta pedagógica as demais disciplinas do período, reorganizar as aulas experimentais, inserindo um preparo prévio por parte dos alunos e incluindo uma avaliação diagnóstica ao término de cada experimento, reorganizar a metodologia de desenvolvimento do projeto prático, incluindo mais etapas para que os docentes possam acompanhar o desenvolvimento do mesmo, utilização de ferramentas de ambientes virtuais de aprendizagem.

Referências

Cardoso, E. P. (2007). Projetos de Aprendizagem mediados por ambientes virtuais no ensino da Engenharia Elétrica. 203 f. Tese (Doutorado em Engenharia Elétrica) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil.

Dias, R. B., Leiva, D. R., & Okabe, E. P. (2012). Desenvolvimento de atividades interdisciplinares nos cursos de Engenharia de Manufatura e Engenharia de Produção da UNICAMP. XL Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia. Belém, Brasil.

Jupiassu, H. (1976). Interdisciplinaridade e patologia do saber. Rio de Janeiro, Brasil: Imago, 74.

Maines, A. (2001). Interdisciplinaridade e o Ensino em Engenharia. XXIX Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia. Porto Alegre, Brasil.

Nakayama, M. K. (2009). Métodos em pesquisas EGC. Material de sala de aula, não publicado.

Nobre, I. A. M., Nunes, V. B., Gava, T. B. S., Fávero, R. P., & Bazet, L. M. B. (2011). Informática na Educação: um caminho de possibilidades e desafios. Serra, Brasil: IFES.

Nogueira, N. R. (2004). Pedagogia dos Projetos: uma jornada interdisciplinar rumo ao desenvolvimento das múltiplas inteligências. São Paulo, Brasil: Érica, 142.

Pacheco, R. C. S., Tosta, K. C. B. T., & Freire, P. S. (2010). Interdisciplinaridade vista como um processo complexo de construção do conhecimento: uma análise do Programa de Pós-Graduação EGC/UFSC. Brasília, Brasil: RBPG, 7(2), 136-159.

Queiroz, L. M., Santos, J. B., Oliveira, D. S., Ramos, S. C. J., & Silva, L. S. C. (2012). Interdisciplinaridade e Ensino da Engenharia: A Experiência do PET/Observatório para uso racional da água. XL Congresso Brasileiro de Ensino em Engenharia. Belém, Brasil.

Schön, D. A. (2000). Educando o Profissional Reflexivo: um novo *desing* para o ensino e aprendizagem. Porto Alegre, Brasil: ARTMED.

Silveira, M. A. (2005). A Formação do Engenheiro Inovador – uma visão internacional. Rio de Janeiro, Brasil: PUC.