

ARTICULANDO TEORIA E PRÁTICA NA FORMAÇÃO INICIAL DO ENGENHEIRO NUMA DISCIPLINA DE SISTEMAS DE SEGURANÇA EM AUTOMAÇÃO E CONTROLE

Marisa Franzoni – franzonim@mpcnet.com.br; marisa@sj.unisal.br

Centro Universitário Salesiano de São Paulo (UNISAL).

Endereço: Av. Almeida Garret 267.

CEP: 13087-920. Campinas, São Paulo

Zaida Jova Aguilã – zaida@sj.unisal.br

Galesandro Henrique Capovilla – gale@sj.unisal.br

Belquis Luci Fernandes – belquis@sj.unisal.br

***Resumo:** As novas funções atribuídas ao engenheiro, na sociedade atual, geram um aumento da responsabilidade sobre seus formadores. Entre vários desafios, o professor da área da engenharia tem o papel de conhecer e utilizar novas estratégias e metodologias de ensino, de modo que estas possam valorizar as competências já estabelecidas de seus alunos, bem como, desenvolver novas outras. O objetivo deste artigo é apresentar uma metodologia de trabalho que vem sendo utilizada na disciplina de Sistemas de Segurança em Automação e Controle num curso de Engenharia, e discuti-la do ponto de vista da articulação entre teoria e prática, por meio de conhecimentos técnicos e científicos, e de saberes pedagógicos, como reflexão e trabalho em grupo. Os resultados da experiência serão discutidos a partir de dois estudos de caso.*

***Palavras-chave:** Metodologia de ensino; Teoria e prática; Estudos de caso.*

1 INTRODUÇÃO

São cada vez mais freqüentes as discussões a respeito dos conhecimentos que um estudante de engenharia deverá elaborar ao final de sua formação. A articulação de conceitos teóricos e saberes práticos já se mostrava um problema de difícil solução no século XVIII: Kant, por exemplo, escreveu um folheto de título “Em torno ao tópico: talvez isso seja correto na teoria, mas não serve para a prática” (1793) no qual argumenta contra o senso comum que considera evidente a separação entre elaborações teóricas e resultados práticos (MONTEIRO, 2002).

A importância da articulação entre teoria e prática, e o entendimento de que como essa poderá ser efetivada passa por uma discussão de natureza pedagógica. Se, por um lado, temos muito para comemorar diante do significativo aumento, tanto quantitativo como qualitativo, da participação de docentes de engenharia em eventos que tratam do “Ensino de Engenharia” ou da “Educação em Engenharia”, temos muito para avançar na direção de responder qual a melhor formação para nossos professores de Engenharia (OLIVEIRA, 2005).

O conhecimento produzido na área da Educação em Engenharia vem, em muitos casos, orientando a prática dos professores que, ao ministrarem suas aulas mobilizam técnicas e

métodos de ensino-aprendizagem consistentes e adequados à formação de profissionais críticos e comprometidos com as demandas da sociedade. Esse aspecto leva-nos a pensar que a formação do engenheiro deverá ser mais ampla que anteriormente e não restrita a um único tipo de conhecimento (SILVEIRA, 2005), ou seja, uma formação sustentada por conhecimentos técnicos e científicos, mas ao mesmo tempo, uma formação que perpassa pela experiência da reflexão e mobilização de novos saberes. A preocupação com uma formação com essas características está contemplada no documento elaborado pelo Conselho Nacional de Educação (2002), mediante as Diretrizes Curriculares Nacionais do Curso de Graduação em Engenharia.

Os novos papéis e funções atribuídas ao futuro engenheiro, na sociedade atual, exercem maior responsabilidade sobre seus formadores, que têm o desafio de buscar novas estratégias e metodologias de ensino, de modo que estas possam valorizar as competências já estabelecidas de seus alunos, bem como, desenvolver novas outras.

O objetivo deste trabalho é apresentar uma metodologia de ensino que priorizou a articulação entre conhecimentos teóricos e práticos e discuti-la do ponto de vista do envolvimento e aprendizagem de dois grupos de alunos. Em nossa análise, o envolvimento será discutido do ponto de vista da participação nas aulas e implicação com o tema escolhido, enquanto que a aprendizagem será descrita e debatida a partir da problematização e soluções para os casos estudados. A metodologia foi aplicada numa disciplina de Sistemas de Segurança em Automação e Controle num curso de Engenharia de um Centro Universitário.

1.1 Caracterização da disciplina de Aspectos de Segurança e a nova proposta de trabalho

A literatura nos mostra que os conteúdos das disciplinas relacionadas com segurança do trabalho e prevenções de acidentes, bem como, legislação e ética no trabalho, contemplam um estudo de práticas bem sucedidas e de teorias geralmente embasadas em normas e sistemas de gestão voltados à responsabilidade, prevenção de acidentes e doenças do trabalho e, ainda, valores sociais relacionados com a prática do trabalho. Em geral, esses conteúdos têm como objetivo contribuir com a formação de um profissional conhecedor dos métodos de prevenção de acidentes e das demandas da sociedade, de modo que possa exercer papel ativo no exercício da cidadania.

No que se refere à metodologia, os conteúdos dessas disciplinas são, geralmente, trabalhados de forma expositiva, e um conjunto de normas e técnicas ou de práticas de “sucesso” é apresentado pelo professor e debatido entre os alunos.

Algumas mudanças metodológicas, com a finalidade de contribuir com uma articulação maior entre teoria e prática, e ainda, mobilizar demais conhecimentos da área de engenharia, foram introduzidas, provocando uma mudança no foco da disciplina. Ao contrário de estudar normas e, a partir dessas, conhecer as causas de acidentes de trabalho, bem como, formas de evitá-los, foi proposto que os estudantes escolhessem um acidente de trabalho (nesse caso, o mesmo deveria estar relacionado com a automação e controle), o entendesse a partir dos conhecimentos técnicos e científicos, incluindo a preocupação ambiental e social e, então, fizessem um estudo detalhado das normas diretamente e indiretamente relacionadas ao acidente escolhido.

O foco passou a ser a abrangência da automação e controle nos seus aspectos teóricos e práticos no universo do trabalho. Priorizou-se, por exemplo, reconhecer as limitações das normas em alguns aspectos, bem como, fazer uma busca de materiais que subsidiassem a montagem do contexto e a discussão do acidente. Para tanto, os alunos foram incentivados a

consultarem fontes variadas de pesquisa, como, artigos científicos, laudos técnicos, jornais e realizar entrevistas, de modo que as informações fossem disponibilizadas e confrontadas no sentido de esclarecer as causas e formas possíveis de evitar o acidente.

O professor propôs um trabalho em equipes formadas por 4 ou 5 componentes, nas quais todos os membros teriam que participar de todas as etapas da atividade, bem como, da apresentação, na forma de seminários, e da elaboração de um relatório final no modelo científico.

Para o docente que propôs as mudanças, que era o mesmo responsável por ministrar a disciplina, ficou o desafio de realizar uma nova experiência de ensino, sustentada por valores técnicos e científicos, mas também, por saberes do campo educacional, como, os convites docentes, o trabalho em equipe e a reflexão sistemática.

2. METODOLOGIA DE TRABALHO

2.1. Convites docentes

Convite docente (Franzoni, 2004) foi definido como uma competência dialógica do professor de intervir e sustentar a insistência dos estudantes em suas aprendizagens. Ousadia, criatividade, mudança, entre outros, são experiências que o professor fomenta de forma orientada ao longo do processo de aprendizagem dos alunos.

O convite inicial colocado aos alunos foi de realizar uma experiência nova, um caminho ainda não trilhado pelo próprio professor. As ocorrências positivas e negativas seriam a referência que o professor se utilizaria para repensar novas outras.

Essa “cumplicidade” com a qual o professor envolveu os alunos teve uma conotação de importância para a turma, como alguns alunos mais tarde manifestaram. A partir do momento em que foi colocado pelo docente que os alunos deveriam participar do problema dos demais grupos, apontando melhoras no sistema de automação e controle, ou até, confrontando a forma de entender o acidente, as equipes, desde o início das apresentações dos seminários começaram a lançar o que consideravam melhores propostas que as então apresentadas, provocando sistemáticos debates em sala de aula. O desafio da argumentação foi fortemente trabalhado, bem como, a validade de valores como certo e errado, responsável ou não.

Cabe destacar que a participação dos alunos nas aulas, bem como, nos debates foi expressiva até o final do semestre.

2.2. O trabalho em equipes

Para Perrenoud (2000), **equipe** pode ser definida como um grupo reunido em torno de um projeto comum, cuja realização passa por diversas formas de acordo e de cooperação (pg. 83). A atividade proposta aos alunos exigiu que os grupos participassem de certa “cultura de cooperação de trabalho” o que implicou os membros negociar e tomarem decisões importantes.

O desenvolvimento dos trabalhos era acompanhado semanalmente pelo professor que atendia cada equipe individual e separadamente. Essa dinâmica de atendimento também foi aceita pelos grupos e o trabalho de cada membro era mostrado nesses encontros. Cabe

destacar que um aluno, membro de um dos grupos formados, quando questionado ao longo das aulas, se esquivava de participar e comentar o desenvolvimento das atividades, o que pode ser mais tarde interpretado como falta de interesse e envolvimento; pouco tempo depois dos encontros sistemáticos sua estada no grupo ficou insustentável e o aluno acabou por abandonar a disciplina.

Esse fato nos remete a idéia de mediação; para Perrenoud (2000) isso significa uma forma preventiva de impedir que cada divergência degenera em conflito. Ainda, segundo esse mesmo autor, existem equipes que consideram melhor a dissolução de um membro à dissolução da própria equipe. De qualquer maneira, esse episódio, sem dúvida, gerou um estado de tensão que o grupo teve que enfrentar.

A orientação do professor teve efeito positivo no desenvolvimento das equipes, não somente pelo fato de as intervenções acontecerem sistematicamente, mas, principalmente, de forma pontual. Os argumentos dos alunos foram, muitas vezes, “contrastados” com inúmeras outras questões, apresentação de novos cenários ou contextos, levando-os a pensar o que ainda não havia sido pensado, ou ao menos explicitado. Em outras situações, principalmente ao final do curso, os argumentos dos alunos foram mais precisos, refinados, e foram utilizados para “contra-contrastarem” os argumentos do docente. Estabeleceu-se um clima propício à reflexão, o que nos remete à idéia de atividade reflexiva.

2.3. A sistemática da reflexão

A atividade reflexiva é uma atividade intelectual teórica, e pode ser exercida de forma individual ou em equipes. Resulta em mudanças, mas que somente serão assim concebidas quando houver atuação efetiva na prática.

Quando os alunos escolheram o acidente, objeto de suas análises, além da clareza e entendimento do contexto, dos conceitos a ele envolvidos, das normas e concepções dos “autores”, foi a eles proposto o desafio de avançar em relação à teoria. Para tanto, projetos da área de automação e controle foram re-inventados, instrumentos de segurança colocados nos locais onde estavam ausentes, provocando acidentes, e instrumentos e ferramentas modificadas, o que mobilizou novos conhecimentos diretamente relacionados com a área de formação dos alunos.

Em concordância com Vásquez (1977), “enquanto a atividade prática pressupõe uma ação efetiva sobre o mundo que tem por resultado uma transformação real deste, a atividade teórica apenas transforma nossa consciência dos fatos, nossas idéias sobre as coisas, mas não as próprias coisas. Porém, esta transformação da consciência das coisas é pré-suposto necessário para se operar, no plano teórico, um processo prático”. De certo modo, os argumentos cada vez mais sofisticados dos alunos refletem as tentativas de superação da separação teoria-prática dos acidentes de trabalho por eles estudados.

3. DESENVOLVIMENTO

Entre os grupos formados na disciplina de Sistemas de Segurança em Automação e Controle, dentro de um curso de Engenharia de Automação e Controle, dois tiveram seus trabalhos escolhidos para serem discutidos.

Caso 1: Aspectos de Segurança na via de transporte: acidente de trem em Americana, SP.

O grupo, primeiramente, fez um histórico dos acidentes envolvendo trens no Brasil, utilizando, para tanto, fontes variadas de consultas. Entre essas se destacam entrevistas, jornais e sites da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT). Traçado esse contexto, o grupo apresentou o acidente ocorrido em Americana, SP, em 09.09.2010, que provocou 9 mortes. “Um ônibus que transportava 28 passageiros atravessou uma passagem de nível que no instante de sua trajetória sobre os trilhos veio colidir com um trem de carga”.

Para poder incluir o acidente de trabalho na categoria de “acidente”, o grupo desenvolveu uma discussão teórica sobre a concepção de acidente, apontando argumentos variados para “defenderem” seu caso.

O passo seguinte foi definir uma estratégia de ação que, se utilizada, do ponto de vista do grupo, o acidente teria sido evitado. Nesse momento, o grupo empregou vários conceitos da área de automação e controle (por exemplo, conceitos e utilização de sensores de detecção, PLC e gerenciamento de energia); fez cálculos aproximados (por exemplo, da distância em que os sinais luminosos e sonoros deveriam ser colocados); realizou um estudo aproximado da velocidade de segurança do trem e, finalmente, abordou a questão de um treinamento ao vigia, responsável por acionar as cancelas (que deixaria de fazer essa operação manualmente).

Essa discussão foi relatada na forma de um relatório científico e apresentada em plenário, no modelo de seminário. Para a apresentação, os alunos escolheram um conjunto de estratégias que elucidaram e ilustraram o acidente, como filmes, entrevistas com pessoas direta e indiretamente envolvidas com o acidente e fotos que mostravam detalhes da ocorrência.

Os alunos discutiram de forma minuciosa as normas que se relacionam diretamente e indiretamente com o acidente, como por exemplo, as que abordam as “Passagens de Níveis Abertas”, no primeiro caso, e os artigos 12, 13 e 14 do decreto 1832, de 04.03.1996, no segundo. É importante destacar que o grupo esboçou uma planilha dos custos referentes à implementação do sistema por ele defendido.

Ao final da apresentação, professor e colegas iniciaram os questionamentos, o que exigiu do grupo uma nova organização de idéias e, finalmente, forte poder de argumentação, considerando que outras propostas, provenientes dos demais grupos foram apresentadas. Nesse momento, o docente foi muito mais um observador, dado que o debate acontecia entre grupos e demandou pequenas intervenções do mesmo.

É interessante destacar que o envolvimento do grupo com o tema foi cada vez mais crescente ao longo do curso, o que pode ser comprovado pelo refinamento e complexidade de questões levantadas nos atendimentos promovidos pelo professor. Também merece ser destacado que, esse grupo, em especial, procurou o professor em pelo menos dois momentos diferentes, fora da sala de aula, tentando esclarecer dúvidas sobre a elaboração do relatório e preparação da apresentação.

Caso 2: Acidente em indústria química

O segundo grupo escolheu estudar um acidente ocorrido em Bhopal, Índia, no dia 03 de dezembro de 1984, que, imediatamente, fez 3.000 vítimas, mas continua fazendo até os dias atuais, considerando que “os efeitos do vazamento do material isocianato de metil duram até hoje”.

Para tratar o acidente e classificá-lo como tal, o grupo faz uma discussão detalhada do processo de fusão entre duas empresas (a Union Carbide e a Dow Química) tentando mostrar a desigualdade de decisões e seus efeitos sobre a ocorrência. Ou seja, tratou de uma questão política. Nesse contexto, o grupo destacou aspectos da legislação ambiental e de segurança química adotada, posteriormente, em muitos países, como consequência do acidente de Bhopal.

Quando o grupo buscou abordar as causas do acidente, aspectos como sabotagem e negligência foram levantados, sustentados por sites, revistas e jornais, mas que foram consolidadas dentro do grupo. Nesse momento, o desafio do grupo foi enumerar as falhas, partindo do pressuposto que as mesmas aconteceram por certo abandono nos sistemas de segurança da fábrica, principalmente no que se refere à manutenção preventiva e corretiva. Para adentrar no aspecto da prevenção, o grupo fez intensa pesquisa em livros da área de Segurança do Trabalho. O grupo realizou um estudo do risco ambiental relacionado à poluição.

Considerando que as Normas Regulamentadoras (NRs) não envolveram o acidente como um todo, um estudo fundamentado em outros referenciais foi realizado; assim, percebemos que o grupo foi além do que estava previsto pelo professor, dado que a orientação do professor era que os grupos se utilizassem das NRs. Nesse sentido, é interessante destacar que houve significativa implicação do grupo com a atividade, o que justifica o avanço em relação ao solicitado.

Outra evidência do envolvimento pode ser ilustrada pelo fato do grupo ter procurado uma professora de química da Instituição para solucionar problemas conceituais que o incomodava. Esse conhecimento, que estava diretamente relacionado com o conhecimento disciplinar da professora, não faria falta, por assim, dizer, para a formalização da apresentação e relatório, mas podia ser que o grupo fosse questionado pelo professor ou demais grupos. Ou seja, é evidente que o grupo buscou estar o mais preparado possível para enfrentar as questões do professor e colegas. Preparar-se, nesse sentido, tem uma conotação de cumplicidade, fidelidade. A preocupação com a performance, ou com o sair-se “bem” frente ao professor e colegas foi algo que o grupo começou a perseguir, mobilizar. E isso está diretamente relacionado com a aprendizagem. O oposto disso é o aluno descomprometido, desvinculado da atividade e do professor, indiferente a ambos.

4. DISCUSSÃO

Alguns aspectos das experiências realizadas pelos grupos aqui selecionados merecem destaque. Um deles se refere à autonomia dos grupos: ambos conseguiram, dentro de suas características, não somente cumprir com o compromisso assumido com o professor e colegas, mas avançar em relação à problematização do contexto e do próprio acidente. A leitura foi estimulada, mas o critério para escolhê-las foi rígido. O docente teve que orientar os grupos, não somente estes, mas todos os grupos formados na disciplina para que fizessem as melhores escolhas. Há certa tendência de os alunos lerem pouco e, quando o fazem, procuram na maioria das vezes fontes de compreensão fácil. O docente determinou que fontes variadas de consultas fossem utilizadas e que os conceitos e/ou idéias dos autores deveriam

ser entendidos e reescritos de forma singular. Essa experiência, sem dúvida, contribuiu com o desenvolvimento dos grupos e, principalmente, com a formação de cada estudante, considerando o ganho no que se refere ao poder de decisão (escolher algumas entre tantas fontes disponíveis de informação). A concepção de ciência foi intensamente debatida, principalmente nos momentos em que “soluções” anteriormente consideradas ideais, já não faziam parte do cenário atual, marcado por rápidas mudanças no campo científico e tecnológico. Esse debate foi importante para ampliar a concepção de ciência do grupo.

Foi notável o esforço dos estudantes em articular a teoria à prática, utilizando, para tanto, conhecimentos das várias áreas da engenharia de automação e controle. Concepções do campo político, econômico e social puderam ser discutidas com profundidade, com participação dos outros grupos. Devemos destacar que a participação dos colegas dos demais grupos, apesar das críticas levantadas em alguns casos, os grupos que se apresentavam jamais se sentiram constrangidos ou desapontados, pelo contrário, a impressão foi que quanto mais criticados, argumentos mais sofisticados eram buscados sem nenhum constrangimento de que esses, mais uma vez, pudessem ser derrubados.

A reflexão permeou toda a experiência vivenciada pelos grupos é isso tem implicações positivas no processo de aprendizagem. Tomando emprestadas as palavras de Ghedin (2000), “a atividade de reflexão não surge por acaso, e nem é uma atividade fácil. No entanto, ela parece cada vez mais rara, pois a sociedade na qual vivemos não propicia espaços para a que a reflexão ocorra. Neste contexto, a educação em particular, não deve reduzir-se à transmissão de conteúdos, mas, ser um espaço de discussão sobre eles, bem como de suas causas geradoras”.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As estratégias educacionais ganham cada vez mais importância, quando consideramos um mundo em que a tecnologia desempenha um papel central no progresso humano. Há, claramente, um abismo entre o mundo acadêmico e a realidade social e, nosso papel, de professores dos futuros engenheiros, é ajudar no preenchimento desse vazio. A engenharia nesse contexto deverá evoluir e abranger essas demandas, o que, na prática, implica ampliar a formação, mas, também, fazer desta um espaço de inovação e de aperfeiçoamento de novas competências e saberes.

Problemas ambientais, econômicos, sociais, éticos, de segurança, entre tantos outros, estão presentes em algum momento na formação do engenheiro, e as novas tentativas metodológicas tem um papel fundamental na articulação desses conhecimentos. Como tivemos a oportunidade de mostrar nosso ponto de vista no último COBENGE, perspectivas mais integradoras, como a interdisciplinar, tem condições mais efetivas de suprir os limites e deficiências de cada área do conhecimento.

Foi exatamente isso que tentamos realizar em sala de aula e mostrar neste trabalho. A proposta de trabalhar com "projeto" foi bastante aceita em função de seu caráter interdisciplinar e, ainda, porque cada projeto, de alguma forma se ligava ao interesse dos alunos.

São vários os responsáveis pela boa formação do futuro engenheiro, entre tantos, o professor. É dele, também, o desafio de inovar, errar, re-avaliar e re-inventar. As salas de aula são, sem dúvida, um local adequado para tanto, pela cumplicidade das experiências, trocas e desafios.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

PERRENOUD, Philippe. 10 Competências para ensinar. Ed. Artes Médicas Sul. Porto Alegre, 2000.

VÁSQUEZ. Adolfo Sanches. Filosofia da práxis. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 1997.

GHEDIN, Evandro. Epistemologia da Prática: o professor reflexivo e a pesquisa colaborativa. In: Professor Reflexivo no Brasil gênese e crítica de um conceito Pimenta e Ghedin (orgs), São Paulo, Cortez, 2002. p.129 – 150.

MONTEIRO, Silas Borges. Epistemologia da Prática: o professor reflexivo e a pesquisa colaborativa. In: Professor Reflexivo no Brasil gênese e crítica de um conceito Pimenta e Ghedin (orgs), São Paulo, Cortez, 2002. p.111 – 128.

SILVEIRA, Marcos Azevedo. A formação do engenheiro inovador: uma visão internacional. Rio de Janeiro PUC-Rio, Sistema Maxwell, 2005. 147p.

FRANZONI, Marisa. UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). Faculdade de Educação. Os pontos de ressonância entre os convites docentes e a construção de saberes na formação inicial de professores, 2004. 153p; Tese (Doutorado).

FRANZONI, Marisa. CAPOVILLA, Galesandro Henrique. Uma Experiência Interdisciplinar num Curso de Engenharia de Automação e Controle: A construção de um Submarino explorador. In: XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE 2010), 2010, Fortaleza. Atas do XXXVIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2010

OLIVEIRA. F.M.F. O papel da matemática no projeto CONECTE– Conexão de Saberes das Ciências Básicas à Tecnologia. In: XXXVII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia (COBENGE, 2009), 2009. Recife. Atas do XXXVII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE), 2009.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO: Resolução CNE/CES 11, de 11 Março de 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES112002.pdf>. > Acesso em: 12 abr. 2011.

ARTICULATING THEORY AND PRACTICE FOR THE ENGINEER INITIAL TRAINING IN THE CASE OF THE COURSE ON AUTOMATION AND CONTROL

Abstract: The new functions ascribed to engineers in modern society result in an increase of responsibilities for the teachers. Among several challenges, teachers in the engineering area need to know and use new strategies and teaching methodologies, such that, they are able to increase the value of students qualifications already established, as well as to develop new others. The goal of this article is to present a working methodology that has been used in a course on Safety Systems for Automation and Control in an Engineering course. And to discuss it from the point of view of the articulation between theory and practice by means of technical and scientific, as well as pedagogical knowledge like reflection and group work. The results of this experience will be also discussed illustrated by two case studies.

Key-words: *Teaching methodology; Theory and practice; Case studies.*