

# FORMAÇÃO DE ENGENHEIROS DE SISTEMAS NO BRASIL: USO ESTRATÉGICO DE PROBLEMAS EM ABERTO

Eneida Pereira dos Santos<sup>1</sup>, Frederico Gadelha Guimarães<sup>2</sup>, Ricardo Luiz Adriano, Ana Liddy Cenni de Castro Magalhães<sup>3</sup>, Luciana Moro<sup>4</sup>, Eduardo Fleury Mortimer<sup>5</sup>

**Abstract** — *Since the mid-twentieth century changes in technology paradigms initiated global transformations with unprecedented possibilities and challenges, in which engineering has a major role. However, this field faces the challenges of high indices of evasion and failure and low levels of entrepreneurship and innovation in students. Open-ended problems might be a strategic didactic activity to tackle this. Instructors should utilize this in their teaching practice, even though they were not taught like this. In reporting this experience, within the context of implementation of project laboratories in a pioneer undergraduate program funded by Brazilian REUNI/MEC – systems engineering at UFMG -, we present how instructors have evaluated their experience in the use of open-ended problems in the second module of these laboratories. They learn how to utilize this resource during their practice, illuminating it by the experience in the research field, despite not finding support in their experience as students.*

**Index Terms** — *Systems engineering undergraduate program, project laboratories, open-ended problems, complex technology systems*

## INTRODUÇÃO

A tecnologia contemporânea, desde a primeira metade do século XX, é uma modalidade específica de conhecimento sistematizado, fundado na cosmovisão, na metodologia e nas teorias características da ciência contemporânea. Seu surgimento permitiu configuração de significativo acervo de eventos e de mudanças ainda por analisar o seu impacto sem precedentes nos vários âmbitos da sociedade. O modelo de desenvolvimento com uso crescente de tecnologia gera mudanças estruturais evidenciadas por novo padrão técnico-econômico e desafios daí advindos. Contexto que exige formulação de novas estratégias e alternativas de desenvolvimento em níveis mundial, nacional e local, dos distintos agentes econômicos, governamentais da sociedade

em geral. Dentre recomendações cita-se a proposição de ações para elevação dos níveis de qualificação e capacitação locais. Algo que exigirá novas estratégias metodológicas, em contextos educativos inovadores [6]-[14].

### A inovação tecnológica no Brasil

O volume e a qualidade da inovação no Brasil vem merecendo atenção com proposição de programas para tornar o País mais competitivo em relação ao mercado internacional. Na economia brasileira entretanto predominam processos de difusão de tecnologia em que a tecnologia inovadora é comprada pronta e repassada ao novo mercado. Estratégia de inovação em *processo* que, comparado com o modo de inovação por *produto*, gera menos vantagens para o desenvolvimento do país [4]. As estruturas educacional, jurídica, tributária, econômica e empresarial não têm contribuído para a comercialização competitiva de nossos produtos pouco inovadores nacional e internacionalmente. Os engenheiros são vitais para a alteração desse quadro. Entretanto, é preocupante o número ainda reduzido de profissionais nesta área, mesmo com aumento de matrículas na graduação em Engenharia no sistema nacional de ensino. Um dos motivos é a elevada evasão e repetência nas universidades, incluindo as públicas em todo o país, de estudantes da Engenharia nos primeiros anos dos cursos [12]. Situação que dificulta a produção de trabalhos científicos com impacto internacional na área e de registros de patentes de inovação tecnológica [1]. Para alteração de quadro, destaca-se a Resolução CNE/CES Art 1º § 1º [2], que recomenda aos cursos de Engenharia elaboração de projeto pedagógico: com redução de tempo em sala de aula; em que os estudantes, dentre ações, realizem trabalhos de síntese (individuais e em grupo) e integração dos conhecimentos adquiridos ao longo do curso. Ações, dentre motivos, visando inovação tecnológica para melhoria da vida nas cidades.

<sup>1</sup> Eneida Pereira dos Santos, Pós-doutoranda do PDJ-CNPq/PPGFAE-UFMG - Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Campus Pampulha, Av. Antônio Carlos, 6627, 31270-901, Belo Horizonte (BH), Minas Gerais (MG), Brasil, [epsants11@ufmg.br](mailto:epsants11@ufmg.br).

<sup>2</sup> Frederico Gadelha Guimarães, Prof. Dr. do Departamento de Engenharia Elétrica, da Escola de Engenharia, da UFMG, Coordenador e prof. da graduação em Engenharia de Sistemas da UFMG - [fredericoguimaraes@ufmg.br](mailto:fredericoguimaraes@ufmg.br)

<sup>3</sup> Ricardo Luiz Adriano ([rluiz@cpdee.ufmg.br](mailto:rluiz@cpdee.ufmg.br)) e Ana Liddy Cenni de Castro Magalhães ([analiddy@eee.ufmg.br](mailto:analiddy@eee.ufmg.br)), profs. Drs. do Departamento de Engenharia Elétrica, da Escola de Engenharia, da UFMG, Profs da Engenharia de Sistemas da UFMG.

<sup>4</sup> Luciana Moro, Profª. Dra. do Dep. Patologia Geral, Inst. Ciências Biológicas da UFMG, integra o Laboratório Gestos da FAE/UFMG, [moro@icb.ufmg.br](mailto:moro@icb.ufmg.br)

<sup>5</sup> Eduardo Fleury Mortimer, Prof. Titular do Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino, Faculdade de Educação, da UFMG – [mortimer@ufmg.br](mailto:mortimer@ufmg.br)

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pelo financiamento do estágio pós-doutoral do qual este artigo é fruto. Ao PPGFAE/UFMG e ao Prof. Dr. Eduardo Fleury Mortimer. Ao Prof. Dr. Oriane Magela Neto, *in memoriam*.

## Inovação na formação acadêmica

O incentivo a mudanças no processo de formação acadêmica para atendimento ao novo contexto mundial já se constata na educação em engenharia, no conjunto das IES em todo o país. Dentre ações, verifica-se investimento em propostas pedagógicas integradoras com base na aprendizagem baseada em problemas ou em projetos (PBL). Nesse tipo de condução, os processos de síntese são privilegiados - organização, combinação, arranjo, montagem de elementos e peças com a finalidade de configurar um sistema até então inexistente. Como processo dinâmico de investigação e colaboração de estudantes em equipes, sob direção de docentes, incentiva-se a formulação de perguntas, de previsões, o compartilhar ideias, coletar e analisar dados resultantes de investigações próprias ou já disponibilizados, a geração de produtos. O estudante deverá responder a uma pergunta, resolver um problema estabelecido no contexto educativo, como por exemplo: (i) algo tangível (como um modelo / protótipo, um sistema ou um robô); (ii) um produto computadorizado (como software, uma apresentação ou um produto multimídia); (iii) um produto escrito (um relatório, uma avaliação ou um resumo de resultados experimentais).

Essa estratégia de aprendizagem: (i) amplia motivação para o estudo; (ii) contribui para aprendizagem de longo prazo e para compreensão mais aprofundada e integrada de conteúdo e processos; (iii) promove a aprendizagem com maior senso de responsabilidade e de autonomia; (iv) envolve os alunos em vários tipos de tarefas, atendendo a demandas de aprendizagem de muitos alunos diferentes. O ambiente da PBL promove o desenvolvimento, por exemplo, de habilidades de inquérito, de resolução de problemas e de informações. Ela contribui para que os estudantes expressem o entendimento (a interpretação) de conteúdos trabalhados, as habilidades e as atitudes aprimoradas [6].

### Problemas sem resposta prévia

*Open-end problem* pode ser apontado como recurso didático incluído em proposta pedagógica que visa maior integração dos conteúdos de dado currículo e posicionamento mais ativo dos estudantes. Tratando-se de tema central neste artigo a seguir será feita breve caracterização a respeito. Problema bem-estruturado ou *closed-ended problem* e mal-estruturado ou *open-ended problem* são classificações propostas para tipo de problemas cotidianos dos engenheiros. O primeiro caracteriza-se como problemas simples, com única solução, enquanto o segundo grupo refere-se a problemas complexos, abstratos com mais de uma solução possível ou mais de uma estratégia para se obter a resposta. Esse segundo tipo de problemas de engenharia traz maior riqueza de informações e, portanto, aquele que se dispuser a solucioná-los, deverá considerar conjunto de variáveis ou informações relevantes atuando simultaneamente.

Problema sem prévia solução: (i) não pode ser descrito completamente por ser vagamente definido ou por trazer

objetivos pouco claros; (ii) possui vários critérios para avaliar as soluções; (iii) evidencia incerteza sobre quais conceitos, regras e princípios são necessários para a solução ou sobre como se organiza; (iv) oferece regras ou princípios gerais para descrever ou prever a maioria dos casos; (v) exige que o sujeito faça julgamentos sobre o problema e os defenda, muitas vezes expressando opiniões ou crenças pessoais sobre a interpretação do problema; (vi) está sujeito a variedade de interpretações a gerar polêmicas, mesmo entre especialistas; (vii) muitas vezes precisa ser tratado repetidamente ao longo do tempo conforme mudança das condições e/ou disponibilidade de informação a respeito; (viii) pode ser resolvido através de processo de resolução de problemas utilizando informações cada vez mais complexas.

Para problemas em aberto, então, a solução "correta" depende do modelo usado para interpretar os fatos que a realidade apresenta para o sujeito. Seu modelo é uma abstração subjetiva da realidade com base em fatos que são importantes para este. Ainda a respeito, as soluções para este tipo de problemas não se definem sob o critério de "certo ou errado", mas são julgados em termos de "plausibilidade ou aceitabilidade". Desse modo, as soluções para os problemas mal estruturados *expressam arbitrariedade* demandando a inclusão de justificativa pelo solucionador de problemas. No caso, as estratégias e abordagens de ensino para a resolução de problemas em aberto devem ser mantidas na perspectiva de busca de *soluções satisfatórias*. A natureza mal definida destes pode resultar em incerteza e desconforto para aqueles que estão acostumados a resolver problemas com um nível suficiente de restrições e apenas uma solução correta [5].

Mesmo que a maioria dos problemas da área da engenharia se caracterize como *sem* solução prévia, na formação acadêmica dos engenheiros ainda predomina o uso de problemas estruturados ou *com* solução prévia. Alega-se que tal atividade é indispensável para a formação desses profissionais. Expostos a tal tipo de exercícios os estudantes têm oportunidade de testar a compreensão da teoria e conceitos. A crítica a tal alegação é de que, embora o uso desses exercícios lhes possibilite estabelecer relação entre a teoria e a sua aplicação, o acesso à complexidade e à profundidade de problemas da realidade encontra maiores obstáculos.

Nessa perspectiva, apesar dos graduandos de engenharia solucionarem mais do que 2.500 exercícios durante a graduação, é significativo o número dos que não evidenciam habilidades essenciais de resolução de problemas necessárias para resolver os problemas do mundo real. Para a geração de profissional com maior potencial para a inovação e o empreendedorismo, defende-se então maior convivência dos graduandos *com prática didática de caráter investigativo* [9]. Tipo de prática que os mantenha com o desafio de lidar com problemas para além do que sabem até aquele momento. No caso dos docentes responsáveis pelo processo, espera-se que: se mantenham presentes, dispondose a revisar e/ou corrigir as respostas dos estudantes, fornecendo informações adicionais; proponham atividades

propícias à exploração de níveis mais elevados de pensamento e/ou das capacidades de expressão destes [5]-[9]-[10].

### Metodologia e composição

A constatação do papel relevante dos *problemas em aberto* em uma proposta pedagógica de graduação pode ser obtida em experiência recente com estudantes de curso de Engenharia de Sistemas da UFMG, em contexto de laboratório de projetos (LPjs), no módulo 2 [13]. No decorrer da pesquisa verificou-se que os docentes, orientados a realizar proposta com tal tipo de recurso didático, não contavam para isto com a própria experiência (nem como discente, nem como docente). Para encaminhar, então, o trabalho docente nos LPjs, segundo este formato pedagógico mais ativo / investigativo (segundo perspectiva do PBL, com uso de *open-end problem*), entenderam ter de *aprender em serviço*. Assim, neste artigo, fruto de encontro dos campos da Engenharia e da Educação, como relato de experiência, serão apresentados dados de processo de implementação de LPjs de referido curso. A partir da experiência *dos docentes, em contexto do LPj do módulo 2, utilizando problemas em aberto como atividade principal, buscou-se verificar como eles avaliaram a própria experiência de trabalhar com atividade proposta para estudantes da graduação sem tê-la experimentado durante a própria formação na graduação*. O interesse é de identificar elementos que impulsionem implementação de ações visando mudanças da prática pedagógica, no campo das engenharias, como indicado em seções anteriores. Interesse em *investigar o impacto do uso de problemas em aberto*, em contexto, portanto, em que a maioria dos docentes em atividade, da engenharia, toma como referência a própria experiência discente para sua atuação docente e em que, sendo recente a introdução de uma didática mais ativa nas graduações deste campo de formação (tecnológica), a maioria destes não tem experiência com tipo de atividade, como proposta para formação acadêmica na graduação.

Este trabalho contou com referenciais teórico-metodológicos de perspectiva sócio-cultural [9] e da análise ergonômica do trabalho (AET) [7]. Os dados obtidos resultam de depoimentos (gravados em áudio e vídeo) dos docentes, com devida autorização deles. Após coleta, sistematização e tratamento desses (com *transcrição*), realizou-se conversa de auto-confrontação [8] entre um dos autores e os sujeitos. Auto-confrontação em que, após exposição dos trechos de vídeos das aulas em referido Laboratório, a estes solicitou-se comentários avaliativos de tais episódios gravados. O objetivo era de verificar, com eles, a pertinência de avaliação feita inicialmente por um dos autores. Como composição do texto, na próxima seção, será caracterizado o referido curso e os LPjs. Para maiores detalhes, recomenda-se outras fontes [11]-[13]. Após, será apresentada síntese de avaliação dos docentes e finalmente, serão propostas discussão e considerações finais.

## GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS DA UFMG

Esse curso é uma especialidade da Engenharia que surge ligada a novo paradigma tecnológico e industrial. Ele visa a transformação do projeto de novos produtos de alta agregação tecnológica-científica em um tipo de produto de uma cadeia produtiva [11] Um dos seus fundamentos é de que a complexidade dos sistemas de engenharia tem crescido principalmente em consequência do aumento da sofisticação tecnológica e integração de tecnologias diversas, tornando mais complexos os processos de projeto, implantação e operação de sistemas. No âmbito da Engenharia de Sistemas (ES), sistemas complexos são entendidos como sistemas que apresentam, entre aspectos diversos, aspectos “emergentes” que não são característicos de algum componente ou sub-sistema individualmente mas que emergem da interação e combinação desses. Propriedades emergentes que podem ser desejáveis ou indesejáveis (no sentido de instabilidade). Somando esforços e competências de pesquisadores e campos de saber diversos, o objetivo principal é de constituição de um polo acadêmico e de formação de pessoal de excelência sobre as temáticas relacionadas com a concepção e realização de grandes sistemas industriais ligados aos setores de alta tecnologia [13].

De caráter interdisciplinar, com primeira turma em 2010 e financiamento do MEC/REUNI [3], essa graduação: (i) visa qualificar profissionais para o projeto de sistemas complexos; (ii) é curso noturno, com carga de 3.615 horas, devendo ser integralizado em seis anos; (iii) oferece 50 vagas anuais (25 por semestre); (iv) é composta por conteúdos das áreas das engenharias elétrica, eletrônica e mecânica, telecomunicações e computação e disciplinas básicas de ciências exatas, como matemática e física (técnico-científico; *principal*), e das humanidades (como sociologia, filosofia, psicanálise, linguagens, contato com a sociedade; *complementar*); (v) dando ênfase à prática de eletricidade e elétrica, propõe atividades computacionais; (vi) visa o aprimoramento de habilidades em programação de computadores e construção de pacotes computacionais; (vii) visa formar um egresso que, se dispondo a conversar com profissionais com formações diferentes, com concepções diferentes, inclusive, saiba debater, inovar, criticar, colocar em questão o produto que está fazendo. Em termos de habilidades, os seus egressos poderão: conceber, especificar e projetar dispositivos, aparatos e equipamentos de elevada complexidade, particularmente aqueles que envolvam a integração de sub-sistemas de naturezas distintas. Contando com expressiva carga horária em computação e otimização, o egresso desse curso deverá conhecer sistemas de engenharia (saber como ele funciona e como deve funcionar) pensando sempre na *integração de sistemas* - a relação entre as partes e o conjunto delas - em particular sistemas complexos de base tecnológica [11].

## Laboratórios de Projetos

Os Laboratórios de Projetos (LPjs) são responsáveis por grande parte da formação do estudante de ES. Eles se distinguem das disciplinas convencionais por serem orientados para o desenvolvimento de projetos, integrando conteúdos apresentados em disciplinas anteriores e trabalhando as habilidades ligadas à *especificação, projeto, validação, testes e análise de sistemas*. Com características da Metodologia de Projetos [13], nestes LPjs, os estudantes devem se dividir em grupos para desenvolvimento de atividades de síntese de conhecimentos, sob a supervisão dos docentes e de monitores de pós-graduação. Sendo ambiente para integração dos conteúdos de C&T e destes com aqueles do percurso das humanidades do Curso, nos LPjs, em cada módulo, com tema específico (Tabela 2), são previstos debates relacionados aos campos C&T e da sociedade. Os conteúdos *teóricos* (30% - visa revisão mais detalhada de conteúdo relevante de C&T, para uso no projeto de cada módulo, e de humanidades, para reflexão do fazer da engenharia) e *prático* (70%) (trabalhos práticos ou TPs e realização do projeto de escolha dos grupos) (tabela 1).

TABELA 1  
PERCURSO C&T

M/ P	Créd./CH	Parte Prática (70%)
I 5 <sup>o</sup>	2 cr 30h	Elaboração de documentos de requisitos
II 6 <sup>o</sup>	4 cr 60h	Modelagem de sistemas (equações): - matemática e física (baixo nível) - abstrata e hierárquica de sistemas (alto nível).
III 7 <sup>o</sup>	4 cr 60h	Simulação de sistemas discretos.
IV 8 <sup>o</sup>	4 cr 60h	Projeto de Otimização de sistemas.
V 9 <sup>o</sup>	4 cr 60h	Plano de gerenciamento de projetos.
MF 9 <sup>o</sup>	4 cr 60h	Projeto multifísica ISO/IEC 15288 - INCOSE Handbook

TABELA 2  
CONTEÚDOS DA CH TEÓRICA

Mod/ Per.	C&T	Humanidades
I/5 <sup>o</sup>	introdução contexto da ES; pensamento sistêmico	Sociedade, comunicação, gestão de pessoas.
II/6 <sup>o</sup>	sysML; (EDO); (EDP)	Ética e papel da ética na ES
III/7 <sup>o</sup>	simulação de sistemas, acoplamento de modelos e simulação de sist. hierárquicos	Impacto C&T na sociedade
IV/8 <sup>o</sup>	técnicas de modelagem; utilização em otimização do sistema via simulação de seu modelo computacional	Meio Ambiente e ES
V/9 <sup>o</sup>	gerência de projetos e gestão aplicada à ES	Aspectos éticos, humanos na gerência de projetos
MF/9	Conteúdos de todo o curso de Eng de Sistemas	Colaboração multidisciplinar

No LPjs2 trabalha-se três aspectos da modelagem: estrutural; comportamental; físico-matemática. Na *estrutural*, é definida a composição da estrutura do sistema, diferenciando-se o que ele tem, do que ele é composto. Por exemplo, um *avião*, é composto de um conjunto de sistemas, dentre eles, o elétrico. Este é composto de vários sistemas, dentre eles, o de comunicação, que, por sua vez, é composto de um conjunto de dispositivos, como por exemplo, *rádio*, etc. Na *comportamental*, busca-se definir o que o sistema ou dispositivo deve fazer, como ele deve se comportar. Estas duas modelagens estão na SysML (Systems Modeling Language), que é um dos conteúdos teóricos deste módulo II. Na *física/matemática*, especifica-se o conjunto das equações do sistema em questão. Outro exemplo, no caso de um *motor elétrico*, deve-se especificar as equações magnéticas dos circuitos elétricos que governam o funcionamento daquele sistema. Toda esta modelagem será física, matemática e, ao final, tem-se um modelo.

Em relação à *dinâmica da disciplina* no LPjs2, do 1<sup>o</sup> semestre de 2013, mantida a sistemática de turmas anteriores, na 1<sup>a</sup> semana de aula, os docentes explicaram aos estudantes como funcionaria o LPjs. Apresentaram 2 temas de projetos para escolha de um por cada grupo de estudantes. No caso, os estudantes foram esclarecidos da possibilidade de escolha de outro tema que não os apresentados, porém, tal proposta deveria satisfazer alguns critérios. Os grupos optaram pelos projetos propostos pelos docentes. Prosseguindo com o curso, foram conduzidas práticas pontuais para demonstração de conceitos de EDO (Equações Diferenciais Ordinárias), EDP (Equações Diferenciais parciais) e SysML visando estabelecimento de relação destes com o projeto escolhido pelos estudantes. Ao todo foram 4 práticas pontuais e objetivas (8 pontos cada). Após, houve 2 semanas de trabalho com tema das humanidades com atividade prática em grupo (8 pts). O restante da disciplina ocupou-se com o desenvolvimento do projeto, dividido em etapas, com cronograma definido e artefatos interligados (documento de requisitos, um diagrama SysML, uma apresentação do projeto) produzidos e entregues pelos grupos em etapas. Os docentes avaliaram cada etapa do processo. Ao final do semestre, cada grupo apresentou o projeto desenvolvido, independente da etapa alcançada.

### Avaliação do módulo pelos docentes

Da pergunta *de como os docentes avaliaram a experiência de uso de problemas em aberto*, a partir da análise do material coletado, verificou-se acolhida positiva deles em relação a este recurso didático. Do conjunto de dados, definiu-se duas categorias que corroboram a aprovação deles no uso deste recurso: *“como administram a falta de experiência docente”* e *“quais questões surgidas no processo ainda estão sem respostas”*? Em síntese, do interesse em identificar elementos que impulsionem implementação de ações visando prática pedagógica

investigativa nas engenharias, a seguir são apresentadas algumas afirmações ilustrativas.

<p>(1) COMO ADMINISTRAM A FALTA DE EXPERIÊNCIA DOCENTE?</p> <p>(i) Fazem avaliação do processo pedagógico</p> <p>- Com as avaliações que vamos fazendo e o retorno que os alunos nos dão, revemos a proposta do semestre anterior. Isto nos ajuda a dar mais consistência ao modelo que estamos criando.</p> <p>- (...) vamos propor avaliações ao longo do semestre (...) será proposto mais trabalho em grupo e as práticas serão ainda mais focalizada para o projeto desenvolvido por cada grupo.</p> <p>- Ficou mais claro o uso de <i>open-end problem</i>. Para o próximo semestre vamos usar o '<i>Step-back</i>'. Os alunos avaliando o projeto dos colegas do outro grupo, ainda no meio doQ. Um modo do(s) grupo(s) se avaliar(em).</p> <p>- Tem muita coisa boa no laboratório de projetos. E tem dificuldades que vamos ter de administrar.</p> <p>(ii) Auto-avaliação do percurso usando problemas em aberto</p> <p>- Para nós também é uma experiência nova da docência. Não é simplesmente aplicação de teoria.</p> <p>- Trabalhamos nesta disciplina com problema sem solução prévia(...), Quando alunos, não fomos educados desta maneira. Não tivemos (...) disciplinas com este formato. Para implementação dos LPjs também tivemos de lidar com um problema em aberto que foi: "<i>Como vamos implementar o LPjs?</i>" Tivemos que resolver este problema.</p> <p>- É uma situação que se diferencia das outras em sala de aula tradicional. No sentido de não ser <i>top down</i> (do professor jogando conhecimento). Nos LPjs, o relacionamento se torna mais consultivo.</p> <p>- (...) docentes e alunos aprendendo como fazer enquanto fazem. Não se sabe ao certo como bem se posicionar. Isto gera certa dificuldade. A gente fica esperando que eles se manifestem e eles esperando que a gente faça.</p>
---

<p>(2) QUESTÕES SURGIDAS NO PROCESSO <i>ainda SEM RESPOSTAS</i></p> <p>- Há diferença de posicionamento entre eles. Uns tomam mais iniciativas. Pode ser pela própria experiência pessoal, de trabalho. Este é mais um dos desafios a vencer. Como garantir um nível satisfatório de aprendizagem do grupo e não somente de alguns que acabam se destacando?</p> <p>- Há um tipo de expectativa em relação aos laboratórios que é de um grupo de alunos chegar a uma solução. Que o grupo consiga chegar a montar um protótipo, resolver o problema. A gente vai aprendendo que, no nível que os estudantes estão, na fase em que o Laboratório 2 foi colocado, é provável que ele vá gerar mais dúvidas do que propriamente soluções.</p> <p>- A maneira como cada um vai chegar a cada semestre, é um desafio. Quer dizer, não é possível antecipar o nível do conjunto dos alunos. Não somente em termos de apropriação de conteúdos, mas do interesse, do que vão querer investir, enfim.</p> <p>- No caso do professor, vamos ter de lidar com algumas frustrações e ver como encaminhá-las. Por exemplo: ao identificar que um determinado grupo poderia ter chegado a um ponto mais a frente; ou ver que um dos grupos não percebeu que o projeto deles tinha um erro, ou que o modelo de um grupo, a partir de um dado ponto, está inválido; que o proposto não funcionaria se o grupo tentasse implementar...</p>
--

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo de desenvolvimento baseado no uso crescente de tecnologia gera mudanças estruturais evidenciadas por novo padrão técnico-econômico e desafios daí advindos. Mundo a demandar cada vez mais dos profissionais e para a vida na cidade qualidades tais como: ser flexível, criativo, capaz de lidar com as incertezas; ter disposição para aprender e inovar ao longo da vida. Pelo conjunto de qualificações próprias aos engenheiros, eles podem assumir funções estratégicas. A

significativa ampliação do acesso à formação acadêmica é contraposta com elevada evasão e repetência de seus estudantes. Mudanças nos IES são propostas com incentivo ao uso de aprendizagem baseada em projetos e/ou problemas. Aí, problemas sem solução prévia ganham expressão. Os docentes devem aprender em serviço tipo de estratégia didática não experimentada enquanto discente. Neste relato, com dados de implementação de LPjs do curso de ES da UFMG, verificou-se que os docentes, diante do desafio de uso de proposta pedagógica envolvendo metodologia de projetos, dispostos a aprender em serviço, buscaram trabalhar de modo interdisciplinar com especialistas do campo da Educação. No decorrer do processo, assim operando, com ganhos para o campo da Engenharia e áreas como a da Educação, eles vão: (i) encontrando mecanismos de aplicação do *know-how* adquirido em suas especialidades, adaptando-o à prática didática; (ii) avaliando a extensão de aplicação possível de noções, conceitos da Engenharia e áreas afins (como *Step back, iterativo / incremental; iterativo / interativo, open-end problema*) em campos como o da Educação em Engenharia.

## REFERÊNCIAS

- [1] ANDREASSI, T. et al. Relação entre inovação tecnológica e patentes: o caso brasileiro. *Revista de Administração* (USP), São Paulo, v. 35, n.1, p. 63-71, 2000.
- [2] BRASIL. Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002.
- [3] BRASIL. Decreto nº 6.096, de 24 de abril de 2007. Institui o REUNI.
- [4] DAGNINO, R. Neutralidade da ciência e determinismo tecnológico. Campinas, Editora da UNICAMP, 2008.
- [5] DOUGLAS, E. P. et. al. Moving beyond formulas and fixations: solving open-ended engineering problems. *European Journal of Engineering Education*. Vol. 37, No. 6, December 2012, 627-651.
- [6] FERNANDES, S. R. et al.. A aprendizagem baseada em projectos interdisciplinares:avaliação do impacto de uma experiência no ensino de engenharia. *Avaliação (Campinas)*, Sorocaba, v. 15, n. 3, 2010.
- [7] LIMA, F. P. A. Ergonomia das novas tecnologias. Belo Horizonte: DEP/UFMG, 2011a.
- [8] LIMA, F P A. Fundamentos teóricos da metodologia e prática de análise ergonômica do trabalho. Belo Horizonte (n. a.), 2011b.
- [9] MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências. *Investigações em Ensino de Ciências*. Porto Alegre, v.7, n.3, 2002.
- [10] MOURTOS, N. et al.. Open-ended problem solving skills in thermal-fluids engineering. *Global Journal of Egg Education*, UICEE, 2004.
- [11] NETO, O. M. et. al. Curso em Engenharia de Sistemas da UFMG - relato de experiência em processo. In: ANAIS COBENGE 39: Formação continuada e internacionalização, Blumenau: UFSC, 2011a.
- [12] PACHECO, C. A. A formação de engenheiros no Brasil: desafio ao crescimento e à inovação. In: IEDI. 16 jul., 2010.
- [13] SANTOS, E. P. et. al. Laboratórios de projetos da engenharia de sistemas da UFMG. In: ANAIS do LXI COBENGE: Educação em Engenharia na era do conhecimento, Gramado: UFRGS, 2013.
- [14] TAKAHASHI, R. H. C. A Estrutura do Conhecimento Tecnológico do Tipo Científico. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2009. v. 1. 213p.