

CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS DA UFMG – RELATO DE EXPERIÊNCIA EM PROCESSO

Oriane M. Neto - oriane@cpdee.ufmg.br; oriane@dee.ufmg.br

UFMG - Departamento de Engenharia Elétrica
Av. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
CEP 31270-010 - Belo Horizonte - MG

Eneida P. Santos - eneidapsv@yahoo.com.br

PUC Minas - Diretoria de Ead
Rua Espírito Santo, 1059 - 12º andar – Centro
CEP 30160-922 - Belo Horizonte - MG

Dário de Moura - dbmoura@me.com

UFMG - Departamento de Engenharia de Produção
Av. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
CEP 31270-010 - Belo Horizonte - MG

Jaime A. Ramirez - jramirez@ufmg.br

UFMG - Departamento de Engenharia Elétrica
Av. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
CEP 31270-010 - Belo Horizonte - MG

Ricardo C. Takahashi - taka@mat.ufmg.br

UFMG - Departamento de Matemática
Av. Antônio Carlos, 6627 - Campus Pampulha
CEP 31270-010 - Belo Horizonte - MG

***Resumo:** A Engenharia de Sistemas torna-se necessária devido a mudanças de paradigmas tecnológicos, ocorridas desde meados do século XX e aceleradas na virada do XXI. Como especialidade da Engenharia em sintonia com tais mudanças, ela visa a transformação do projeto de novos produtos de alta agregação tecnológica em um tipo de produto de uma cadeia produtiva. Em outros países, particularmente os EUA, desde o início da década de 90, a formação desses engenheiros evidencia regularidade. No Brasil, com o desenvolvimento econômico e crescente importância da tecnologia na cadeia produtiva, o trabalho reservado aos engenheiros de sistemas ainda é feito por engenheiros de outras especialidades, comumente preparados em especialização de curta duração e/ou em pós-graduação *latu-sensu*. Para qualificar profissionais competentes, que atendam à atual configuração mundial e desafios nela presentes, a UFMG, desde 2010, introduziu no Brasil a formação sistemática de engenheiros de sistemas com a criação de Curso de Graduação em Engenharia de Sistemas (CGES/UFMG). Por exigir ampla e complexa infra-estrutura, o CGES/UFMG, para formação técnico/científica e sócio-política, se constituiu contando com a soma de esforços do REUNI (MEC) e a Escola de Engenharia da UFMG, mais especificamente, dos Departamentos de Engenharia Elétrica e Engenharia Eletrônica. Neste relato de experiência, pretende-se divulgar a configuração, implantação e implementação deste curso, através de detalhamento de seu projeto político pedagógico e dados referentes ao mais recente desse processo educativo em andamento. Pretende-se aqui atestar iniciativa educativa inédita no Brasil e contribuir para debate no campo de inovações em processos de formação dos engenheiros.*

Palavras-chave: Engenharia de sistemas, Sistemas complexos, Processo educativo integrado, Multidisciplinaridade.

1 INTRODUÇÃO

1.1 A nova economia baseada em tecnologia

A Engenharia de Sistemas torna-se necessária como consequência de mudanças de paradigmas tecnológicos, ocorridas a partir de meados do século XX e aceleradas intensamente na virada para o século XXI. O processo que gera tal necessidade é descrito pelas Ciências Econômicas como o da geração de vantagens competitivas. Países ou regiões conseguem pôr em funcionamento um ciclo de acúmulo de riqueza na medida em que estabelecem vantagens competitivas em seu sistema produtivo em relação a outros países ou regiões (PORTER, 1990).

As teorias econômicas vigentes durante a maior parte do século XX não foram capazes de descrever adequadamente um processo que se revelou fundamental na economia contemporânea: o processo de inovação. De maneira simplificada, tais teorias geravam o seguinte paradoxo: ao ser inventada uma nova tecnologia, esta gerava, durante determinado período, um ganho de competitividade para a empresa onde tivesse ocorrido a invenção. Após algum tempo, entretanto, inevitavelmente ocorreria a propagação do conhecimento associado a essa invenção e todos estariam novamente no mesmo patamar (SAMUELSON, 1967).

Uma leitura precisa das consequências do processo de inovação foi desenvolvida primeiramente no Japão e depois na Coreia do Sul e Taiwan. A política industrial nesses países foi constituída, a partir dos anos 1960, sobre a premissa de que todo desenvolvimento tecnológico produziria ganhos de competitividade transitórios, que necessariamente iriam durar pouco tempo. Como conclusão, foi estabelecido que suas economias deveriam se fundamentar na constante criação de novas tecnologias e de novos produtos, o que lhes reservaria, sempre, a vantagem competitiva própria de quem detém uma nova tecnologia.

Hoje faz parte da História o período que vai aproximadamente de 1960 a 1990, no qual tais países orientais se posicionaram no mundo como economias de primeira linha, com efeitos inicialmente devastadores sobre as economias americana e européia. Os anos 1970 a 2000, por sua vez, constituem o período em que EUA e Europa passaram por significativas transformações, para se adaptar a essa reorganização fundamental do sistema produtivo mundial. Como resultado, verifica-se hoje um panorama industrial muito diferente daquele de meados do século XX. Hoje se sabe que a geração de tecnologia é a única forma de agregar valor às transações comerciais de um país ou região, lhe possibilitando o acúmulo de riqueza. As corporações industriais atualmente trabalham com o lançamento constante de novos produtos, que, sempre que possível, incorporam novas tecnologias. Quando um produto é lançado, já se encontra em fase final de desenvolvimento o novo lançamento que será feito poucos meses depois e em estágio inicial de desenvolvimento o produto que será lançado ainda depois.

1.2 A engenharia de sistemas na indústria

Uma mudança estrutural na cadeia produtiva ocorreu então. A tecnologia, que anteriormente era tratada como um elemento de infra-estrutura de uma corporação e que dava apoio ao funcionamento de sua linha de produção na qual os produtos eram montados, muda de *status*. Ela própria, tecnologia, se torna "produto" de uma cadeia produtiva específica.

Dentro das corporações, setores que operam como em linha de produção passam a se constituir, entregando como produto o *projeto* de novos produtos.

A divisão do trabalho que surge passa a afetar a própria configuração do universo de corporações, gerando um novo tipo de empresa: aquela cujo produto é o projeto de novos produtos ou então o pacote tecnológico. Indústrias de diversos ramos passam a encomendar projetos de firmas especializadas nesse novo tipo de serviço. Para exemplificar, suponha-se uma indústria automobilística preparando o lançamento de um novo modelo. Essa indústria, via de regra, aglutina componentes (faróis, radiadores, etc.) que serão produzidos por outras empresas. Uma indústria que irá fabricar, por exemplo, os faróis do novo modelo, pode hoje encomendar o projeto em uma empresa especializada em projeto de produtos, deixando de ter um setor próprio de projeto, e passando a se concentrar na atividade de produção. Esse exemplo já ocorre em várias partes do mundo, com grandes ganhos de competitividade para tais regiões.

A Engenharia de Sistemas é uma especialidade da Engenharia que surge ligada a esse novo paradigma tecnológico e industrial. Ela visa a transformação do projeto de novos produtos de alta agregação tecnológica em um tipo de produto de uma cadeia produtiva (KOSSIAKOFF & SWEET, 2003).

1.3 Origens da engenharia de sistemas

O termo "Engenharia de Sistemas" parece ter se originado na década dos 1940, dentro dos Bell Telephone Laboratories, já dotado do sentido que é atualmente consagrado, designando a área de conhecimento que lida com os aspectos de sistematização e validação do projeto de sistemas tecnológicos de elevada complexidade (no sentido de agregarem um elevado número de sub-sistemas de diferentes níveis lógicos). Embora o primeiro curso de graduação em Engenharia de Sistemas tenha surgido no Canadá ainda na década de 1960, na Universidade de Waterloo (o curso se denominava "Engenharia de Projeto de Sistemas"), o início efetivo da preocupação com a formação de Engenheiros de Sistemas, como demanda sistemática de setores industriais de alta tecnologia, pode ser identificado no ano de 1989, quando a Universidade da Califórnia em San Diego sediou um encontro com representantes do governo americano e de algumas das principais empresas industriais daquele país.

Esse encontro originou a formação de um grupo de estudos que iria propor medidas para lidar com a escassez de profissionais com tal formação nos Estados Unidos, que foi considerada um problema estratégico que poderia comprometer a competitividade da economia americana. Um segundo encontro no ano seguinte foi sediado pela empresa Boeing, em Seattle. Em 1991, a IBM se encarregou de organizar um terceiro evento. Como resultado, foi criada em 1991 uma associação profissional, o NCOSE (National Council on Systems Engineering), posteriormente transformado em INCOSE (International Council on Systems Engineering). Essa associação, em estreita colaboração com órgãos governamentais e com a indústria, articulou esforços para que instituições de ensino superior passassem a fornecer uma formação específica nesse novo ramo da Engenharia. O esforço foi bem sucedido, tendo resultado hoje em 70 programas de graduação ou mestrado em Engenharia de Sistemas nos Estados Unidos, incluindo algumas das principais universidades daquele país: MIT, Stanford, Virginia Polytechnic, Univ. Southern California, Univ. Michigan-Dearborn, Univ. Florida, Penn State, Georgia Inst. Tech., Cornell, etc. Esse movimento de criação de cursos de Engenharia de Sistemas teve reflexo também em diversos outros países industrializados.

No Brasil, com o desenvolvimento econômico e o papel cada vez mais importante da tecnologia na cadeia produtiva, o trabalho reservado aos engenheiros de sistemas tem sido feito por engenheiros de outras especialidades que, via de regra, se preparam em cursos de especialização de curta duração e/ou em cursos de pós-graduação *latu-sensu*.

Em sintonia com este tipo de demanda – necessidade de qualificação de profissionais competentes para responder a atual configuração mundial e os desafios nela presentes, respaldado pelo programa REUNI (do MEC), a partir de 2010, a UFMG introduz no Brasil a formação sistemática de engenheiros de sistemas com a criação do Curso de Graduação em Engenharia de Sistemas (CGES/UFMG). Neste artigo, então, como relato de experiência, pretende-se divulgar a configuração, implantação e implementação deste curso, através, na próxima seção, de detalhamento de seu projeto político pedagógico (2009) e, nas considerações finais, de apresentação de dados referentes ao mais recente desse processo educativo em andamento. Pretende-se assim atestar iniciativa educativa inédita no Brasil e contribuir para debate no campo de inovações em processos de formação dos engenheiros visando atendimento às demandas da sociedade contemporânea de novos sistemas e produtos de elevada agregação tecnológica/científica.

2 CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE SISTEMAS DA UFMG – HISTÓRICO E CARACTERÍSTICAS DO PROJETO POLÍTICO PEDAGÓGICO

A proposta de criação do Curso de Graduação em Engenharia de Sistemas foi feita por um grupo de professores do Departamento de Engenharia Elétrica da Escola de Engenharia da UFMG (DEE/UFMG) vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica da UFMG (PPGEE/UFMG) pertencentes às linhas de pesquisa Otimização, Inteligência Computacional e Eletromagnetismo Computacional.

O CGES/UFMG, criado no âmbito do Programa REUNI do Governo Federal, é noturno e previsto para seis anos de duração. Ele foi proposto e aprovado na Escola de Engenharia da UFMG em 2008, aprovado no Conselho Universitário da UFMG em 2009, teve o primeiro vestibular no final de 2009 (primeira etapa) e início de 2010 (segunda etapa) e a primeira turma do curso iniciou seus estudos em março de 2010. É previsto a entrada anual para o curso, pelo vestibular, de cinquenta alunos, divididos em duas turmas, com vinte e cinco alunos por semestre. A sua estrutura foi construída a partir de um percurso técnico-científico e um percurso complementar de humanidades. Cada um destes percursos é composto de três blocos que acontecem de forma simultânea e integrada.

Os três blocos que compõem o percurso técnico científico são:

- básico: das disciplinas básicas obrigatórias de formação em engenharia, nos campos da matemática, da física, da estatística e da computação;
- intermediário: ciclo profissional com abordagem sempre computacional. Este apresenta um conjunto de sistemas de engenharia ao aluno que deverá ser capaz de modelar e analisar tais sistemas e propor pequenos projetos dos mesmos. Dentre as disciplinas obrigatórias que compõem este bloco, pode-se citar: eletromagnetismo computacional, fluidos e termodinâmica computacionais, circuitos elétricos, sistemas de controle, dispositivos e circuitos eletrônicos.
- da engenharia de sistemas: envolve disciplinas oferecidas há anos no PPGEE/ UFMG, que aprofundam a formação conceitual em modelagem, otimização, especificação, validação, testes e integração de sistemas.

No percurso de humanidades, os três blocos são:

- fundamentos das humanidades: o aluno deverá atender uma carga horária (CH) obrigatória em filosofia, história, psicanálise, sociologia, ciência política e antropologia;
- a) das linguagens e narrativas: inclui literatura, música, cinema, teatro, artes plásticas e demais artes visuais. Ressalta-se a possibilidade do aluno cursar disciplinas de línguas estrangeiras nas modalidades presencial ou a distância;

b) de atuação coletiva: inclui prática de esportes coletivos, participação em grupos de teatro, dança ou conjuntos musicais, experimentos de produção de eventos, etc.;

- contato com a sociedade: inclui internatos, assessoria a órgãos públicos, atividades junto à rede pública de ensino ou de campo, junto a projetos de extensão de cunho social, etc. Ressalta-se ser possível aproveitamento de atividades desenvolvidas junto ao CIPMOI (Curso de Preparação de Mão de Obra Industrial), curso de extensão criado pelos alunos da Escola de Engenharia da UFMG há mais de cinquenta anos que capacita operários da indústria elétrica, mecânica e da construção civil.

De forma singular, no que diz respeito a cursos de engenharia no Brasil, o percurso de humanidades deve, de forma integradora, se articular com o percurso técnico-científico. Do ponto de vista mais formal dentro da estrutura curricular, tal integração será estabelecida por meio de uma cadeia de pré-requisitos descrita no projeto político pedagógico do curso.

Preferencialmente, a carga horária do percurso de humanidades deverá ser cumprida através de atividades não-convencionais (oficinas, simpósios, eventos, etc.), distribuída ao longo do curso e ocorrendo possivelmente em horários também não-convencionais (cursos de férias, oficinas de fins de semanas, etc.). Essa carga horária será “certificada” na medida em que for sendo adquirida, sem precisar guardar sincronia com a matrícula regular em disciplinas.

Desde os primeiros semestres, é prevista a introdução de disciplinas de formação profissional geral e a introdutória do curso, ‘Introdução à Engenharia de Sistemas’, visando relacionar o conhecimento científico que está sendo adquirido com aplicações reais de engenharia. Um conjunto de disciplinas optativas de formação profissional (total de 300 horas/20 créditos) deverá ser feito pelo aluno do CGES/UFMG, em função de suas preferências de aprofundamento e interação com campos do conhecimento que compõem a Engenharia de Sistemas. Uma lista de disciplinas optativas de cursos de graduação da UFMG, principalmente da Escola de Engenharia, está no projeto político pedagógico do CGES/UFMG.

Uma novidade importante em sua estrutura curricular são os Laboratórios de Projetos e o Laboratório Multidisciplinar, que serão responsáveis por grande parte da formação do aluno de Engenharia de Sistemas. Os Laboratórios de Projetos ocorrerão em todos os semestres do quinto ao nono períodos. Neles, os alunos se dividirão em grupos para desenvolver atividades de síntese de conhecimentos, sob a supervisão dos docentes e de monitores de pós-graduação. Os Laboratórios se distinguem das disciplinas convencionais por serem orientados para o desenvolvimento de projetos, integrando os conteúdos apresentados em disciplinas anteriores e trabalhando especificamente as habilidades ligadas à especificação, projeto, validação, testes e análise de sistemas.

Os Laboratórios de Projetos devem também ser um espaço de integração dos percursos técnico-científico e de humanidades do Curso. Questões que envolvam o ‘fazer da Engenharia’, as relações entre ‘ciência e tecnologia’, entre ‘ciência, tecnologia e sociedade’, ‘ética, política, ciência e tecnologia’ deverão permear os trabalhos nos Laboratórios de Projetos. Debates e discussões sobre esses temas deverão ser motivados. Também é prevista a reserva de vagas nos Laboratórios de Projetos para alunos de outros cursos, em particular aqueles de cursos de graduação da área de humanidades - artes, ciências sociais e ciências sociais aplicadas. No Laboratório Multidisciplinar, está previsto que o aluno terá a oportunidade de conceber e executar, em todas as suas etapas, um projeto multi-física.

Há ainda, em caráter obrigatório, um bloco de atividades curriculares denominado ‘Bloco de Economia e Gestão’. Este é constituído por disciplinas relacionadas com os campos do conhecimento que dão nome ao bloco com CH mínima de 120 horas-aulas. A disciplina ‘Economia para Engenharia’ (30 horas-aulas), oferecida para todos os alunos de graduação da

Escola de Engenharia da UFMG, também é obrigatória para os alunos do CGES/UFMG. O restante da carga horária será constituído de atividades geradoras de créditos escolhidas livremente pelo aluno, dentro de um elenco de atividades indicadas pelo Colegiado do Curso.

Um último bloco obrigatório de atividades denominado ‘Ciências Ambientais’ deverá ser integralizado pelo aluno (com mínimo de 30 horas-aulas). Nele, devem estar incluídos temas como ecologia, saneamento, ciências sócio-ambientais, sustentabilidade e outros.

2.1 Outras atividades curriculares obrigatórias

Estágio supervisionado

O Estágio Supervisionado do CGES/UFMG, atendendo ao estabelecido pela Resolução CNE/CES de 2002, que define CH mínima de 160 horas para estágio, possui CH de 180 horas (12 créditos). Sua execução deverá ser regulamentada por Resolução do Colegiado do Curso, na qual serão estabelecidos critérios para seu registro, acompanhamento e avaliação.

Trabalho de conclusão de curso

O Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) do CGES/UFMG constitui-se como uma importante atividade acadêmica no âmbito do Curso para garantir a formação profissional planejada. O TCC será desenvolvido em duas disciplinas – TCC I e TCC II – e deve ter um caráter aplicado, voltado para a resolução de problemas práticos de engenharia. Ele pode ser desenvolvido dentro e/ou fora da Universidade, em empresas produtoras de bens materiais ou de serviços. O TCC deve conter todas as etapas efetivas de resolução de problemas reais, sendo enfatizada a aplicação prática de conhecimentos de engenharia e a validação/avaliação dos resultados. Ao final das disciplinas TCC I e TCC II, o aluno deverá apresentar uma monografia e ser arguido em sessão pública por uma banca indicada pelo Colegiado de Curso. A monografia da disciplina TCC I tratará dos aspectos sociais, econômicos e culturais envolvidos no tema do trabalho e deverá demonstrar uma correta fundamentação bem como uma capacidade de crítica e de avaliação do problema. O conteúdo do bloco de humanidades será explicitamente avaliado nesta monografia. Na monografia da disciplina TCC II será apresentado o projeto de um sistema tecnológico, devendo ser demonstrado o domínio das habilidades técnico-científicas necessárias para seu desenvolvimento. A avaliação deverá considerar a fundamentação teórica do problema, a consistência dos resultados, a organização do texto e a qualidade da redação.

Semana de engenharia de sistemas

Anualmente, a Coordenação do CGES/UFMG irá organizar um evento com uma semana de duração, com caráter de obrigatoriedade de participação para os alunos. Um dos objetivos da Semana de Engenharia de Sistemas é o de promover e avaliar a articulação da formação técnico-científica com a formação humanística dos alunos do Curso. A participação dos alunos na Semana de Engenharia de Sistemas será considerada uma atividade geradora de créditos. Este evento será constituído de um misto de atividades envolvendo:

- palestras com engenheiros de sistemas que atuam no mercado;
- apresentação de trabalhos de alunos do Curso;
- eventos de discussão crítica a respeito do tema da ‘tecnologia e sociedade’.

Tutoriais

No decorrer de todo o CGES/UFMG é previsto acompanhamento dos alunos (subdivididos em grupos tutoriais de cinco) por um professor (tutor) ligado ao curso. O tutor promoverá reuniões regulares com o grupo sob a sua responsabilidade e discutirá com os alunos as questões levantadas por eles de ordem acadêmica, da formação, questões técnicas e científicas e da integração dos percursos de humanidades com o percurso técnico científico.

2.2 A formação complementar aberta e a formação livre

Na estrutura curricular do CGES/UFMG é dada ao aluno uma ‘formação específica’ e oferecida possibilidades de ‘formação complementar aberta’ e de ‘formação livre’. A ‘formação específica’ é composta por disciplinas do chamado ‘núcleo fixo’ e por grupos de ‘optativas’ que caracterizam a formação ampla em Engenharia de Sistemas. Esta formação é aquela descrita no percurso técnico científico da estrutura curricular.

Formação complementar aberta

A formação complementar aberta poderá ocorrer a partir de disciplinas constituintes de outros cursos de graduação da UFMG de áreas afins. O aluno poderá, em substituição aos créditos necessários em disciplinas optativas, propor ao Colegiado, com a anuência de um orientador acadêmico, um ‘plano de formação complementar’ que preveja um conjunto de disciplinas específicas coerente com a formação pretendida, que pode incluir além de disciplinas pertencentes ao elenco de ‘optativas’ do Curso também outras disciplinas existentes na UFMG. Na hipótese de o aluno efetivar a integralização dos créditos em disciplinas optativas através de uma ‘formação complementar aberta’, ele terá direito a um ‘certificado de estudos’, que atestará sua aquisição de competência na área da formação complementar desenvolvida. Um mesmo ‘plano de formação complementar’ poderá ser tornado disponível pelo Colegiado do Curso para ser cursado por vários alunos sem a necessidade de nova aprovação. É importante explicitar que um ‘plano de formação complementar’ poderá ser proposto a qualquer momento, por iniciativa de alunos, de departamentos da UFMG, ou do próprio Colegiado do CGES/UFMG. Este Colegiado examinará todas as propostas que forem encaminhadas, visando manter permanentemente um elenco de alternativas de formação capazes de garantir a flexibilidade do profissional formado e o atendimento a demandas emergentes da sociedade.

Formação livre

Na formação livre também o aluno poderá escolher disciplinas, em qualquer curso da UFMG, inclusive de Pós-Graduação, sem necessidade de aprovação do Colegiado. Não há mínimo nem máximo estabelecido para a CH a ser cursada nesta modalidade. No entanto, para fins de integralização, atividades cursadas em formação livre, substituindo a CH optativa, contarão no máximo sessenta horas-aulas.

2.3 Atividades acadêmicas complementares optativas

A UFMG e o CGES/UFMG oferecem aos alunos a oportunidade de exercerem uma série de atividades acadêmicas complementares que, mesmo não obrigatórias, são muito importantes à formação do engenheiro, visando alcançar perfil profissional (como especificado no item 2.5).

A normatização em vigor referente à flexibilização curricular (Resolução Complementar nº 01/98 do Conselho de Ensino, Pesquisa e Extensão da UFMG e seu anexo, de 10/12/98), define que podem ser computadas como carga horária, para efeito de integralização curricular, as seguintes atividades acadêmicas, complementares e de caráter optativo: iniciação científica, projeto orientado, projetos de extensão, monitoria, publicação em anais de congressos ou periódicos técnico-científicos e participação em empresas juniores. Podendo ser utilizado o máximo de dez créditos em atividades acadêmicas complementares optativas. Cada um dos itens citados como atividades complementares optativas está descrito em detalhes no PPP (2009).

2.4 Atividades acadêmicas do ‘colar’

De acordo com as diretrizes do programa REUNI da UFMG, o CGES/UFMG irá oferecer atividades geradoras de créditos acessíveis a todos os alunos de cursos de graduação da UFMG, de todas as áreas do conhecimento. Em um primeiro momento, serão oferecidas matrículas em três atividades dessa natureza:

- na disciplina ‘Introdução à Engenharia de Sistemas’. Esta disciplina tem o objetivo de apresentar, aos alunos que iniciam o Curso de Engenharia de Sistemas, uma visão de conjunto do campo científico do conhecimento e da área de atuação profissional, além de iniciar um questionamento sobre problemas éticos e filosóficos relacionados com o tema da ‘tecnologia e sociedade’. Tal conteúdo pode ser proveitoso para alunos de qualquer área interessados na temática;
- a cada edição da ‘Semana de Engenharia de Sistemas’, haverá a organização de minicursos ou ciclos de palestras versando sobre problemas éticos e filosóficos relacionados com o tema da ‘tecnologia e sociedade’. Tais atividades serão potencialmente proveitosas para alunos interessados, de qualquer área do conhecimento;
- nas disciplinas de Laboratórios de Projetos, será reservado um número de vagas para alunos de outros cursos de graduação da UFMG para que eles possam acompanhar e participar das atividades de projeto e construção de aparatos e dispositivos tecnológicos. Conforme descrito na apresentação dos Laboratórios de Projetos, é previsto que neles ocorram debates sobre questões políticas, econômicas, éticas, filosóficas, envolvendo a ciência, a tecnologia e o ‘fazer’ da engenharia.

2.5 Perfil profissional do egresso e Competências e habilidades

O CGES/UFMG tem como objetivo geral formar engenheiros com sólido preparo científico e tecnológico na área de Engenharia de Sistemas. Os seus egressos devem ter capacidade de absorver e desenvolver novas tecnologias; devem atuar, criativamente, na identificação e resolução de problemas de engenharia, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, na perspectiva ética e humanística, visando o atendimento das demandas da sociedade.

Em termos de competências e habilidades, espera-se que a proposta político pedagógica do CGES/UFMG possibilite aos seus egressos conceber, especificar e projetar dispositivos, aparatos e equipamentos de elevada complexidade, particularmente aqueles que envolvam a integração de sub-sistemas de naturezas distintas. Ainda, no que concerne à atuação profissional, espera-se que eles possam:

- quanto a *espaços de trabalho*, trabalhar em setores industriais e de serviços, responsabilizando-se pela integração do projeto dos novos produtos; atuar em

empresas de engenharia e de informática, desenvolvendo sistemas de suporte a projetos.

- quanto a *competências*, executar projetos de engenharia básica visando instalar ou reorganizar os setores de engenharia de novos produtos; desenvolver novos produtos tecnológicos de elevada complexidade e elevada agregação de conhecimentos das áreas das engenharias; participar de treinamento de recursos humanos em indústrias, particularmente no que concerne às equipes encarregadas da produção dos sistemas projetados pelo engenheiro de sistemas; atuar como pesquisador ou docente, em centros de pesquisa governamentais ou de empresas, ou em instituições de ensino superior. No caso de o aluno optar por esta trajetória profissional, é recomendável que ele complemente seus estudos no nível de pós-graduação *estricto sensu*. Além disso, dependendo das opções que fizer durante o curso, o profissional formado poderá também dedicar-se ao desenvolvimento e gerência do próprio negócio, tornando-se um empresário.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A primeira turma do CGES/UFMG, em seu quarto período letivo no segundo semestre de 2011, passa a contar com os grupos tutoriais implantados, estando os das outras turmas em fase de implantação. Os alunos do CGES/UFMG já se organizaram dentro da estrutura da UFMG através do Grêmio de Engenharia de Sistemas e eles hoje são os responsáveis pela página do Curso na internet (www.sistemas.ufmg.br), depois de tê-la modernizado.

Dentro da previsão de criação do CGES/UFMG por meio do REUNI, esse curso já tem cinco novos professores contratados, estando em andamento o processo de contratação de mais três professores. Com a verba anual que tem sido direcionada para o CGES/UFMG pelo Programa REUNI, já foram modernizados os laboratórios de Sistemas Digitais do Departamento de Engenharia Eletrônica e de Circuitos Elétricos do Departamento de Engenharia Elétrica, que serão de uso regular dos alunos do Curso. Também foi adquirido um conjunto de novos computadores modernos e está em fase de aquisição um conjunto de ‘softwares’ multi-domínio que serão usados nos Laboratórios de Projetos. Estes laboratórios estão em adiantado processo de estruturação uma vez que a primeira turma está prevista para usá-lo no primeiro semestre de 2012.

No dia 06 de junho de 2011, no INPE, o CGES/UFMG foi apresentado no ‘Systems Engineering Day’, quando da fundação do capítulo brasileiro do INCOSE (International Council on Systems Engineering), sendo recebido com entusiasmo pela comunidade de Engenharia de Sistemas do Brasil. Esse curso será um dos sócios fundadores do capítulo brasileiro do INCOSE. Em visita à EMBRAER para sua apresentação, o CGES/UFMG foi também muito bem recebido e a partir da visita foi criada uma comissão conjunta de engenheiros da EMBRAER e professores da UFMG ligados ao CGES/UFMG para a discussão de possibilidades de construção de trabalhos conjuntos de interesse das duas partes.

Também é importante mencionar que está em fase de implantação um projeto pioneiro, concebido a partir da criação do CGES/UFMG, denominado SELEX (Sistemas Elétricos Experimentais). Nele é prevista a convivência, por meio da relação ensino/aprendizagem, de alunos do CGES/UFMG e adolescentes em conflito com a lei sob medida protetiva. Este projeto foi proposto por um grupo de professores do CGES/UFMG juntamente com professores de outras áreas e alunos de mestrado e graduação da UFMG e depois de aprovado no Colegiado do CGES/UFMG, na Câmara do Departamento de Engenharia Elétrica e no Centro de Extensão da Escola de Engenharia, passou a ter todo apoio da Pró-Reitoria de Extensão da UFMG, do Tribunal de Justiça de Minas Gerais e estreita colaboração do CIPMOI (Curso Intensivo de Preparação de Mão de Obra Industrial). Um projeto piloto deste

curso/convivência aconteceu em julho de 2011 e está prevista a oferta regular dele a partir do próximo semestre deste ano. Este curso/convivência faz parte do bloco 'contato com a sociedade' do percurso de humanidades previsto no PPP e descrito neste artigo.

Dessa forma, o CGES/UFMG caminha para a sua consolidação com expectativa de poder contribuir, de forma criativa e inovadora, para atendimento à demanda de formação de engenheiros de sistemas no Brasil.

4 REFERÊNCIAS

INCOSE - International Council on Systems Engineering. Systems Engineering Handbook, Version 3.2.1, January, 2011.

KOSSIAKOFF, Alexander and SWEET, William N. Systems Engineering: principles and practice. A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2003, 477 p.

PORTER, M.E. The competitive advantage of nations. New York: Free Press, 1990, 855p.

PROJETO PEDAGÓGICO do Curso de Engenharia de Sistemas. Belo Horizonte: UFMG, março de 2009.

SAMUELSON, P.A. Economics: an introductory analysis. 7. ed. New York; St. Louis: McGraw-Hill, 1967. 821p.

UNDERGRADUATE COURSE ON SYSTEMS ENGINEERING AT THE SCHOOL OF ENGINEERING OF THE UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS: EXPERIENCE REPORT IN PROGRESS

Abstract: *Systems Engineering has become necessary due to changes in technological paradigms which have occurred since the middle of the twenty century and have accelerated in the turning for the century XXI. As an engineering speciality tuned to such changes, Systems Engineering aims for transforming the design of new products with high level of technological aggregation into a new kind of product inside of the productive chain. In other countries, particularly in the USA, since the 90's the systems engineers have been formed regularly. In Brazil, with the economical development and the increasing importance of the technology in the productive chain, the tasks expected for the systems engineers have been done for engineers from other specialities, usually trained in short term courses or/and in *latu sensu* graduate courses. In order to qualify proper engineers to attend those new current challenges in the global configuration, the Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) created in 2010 the Undergraduate Course on Systems Engineering (CGES/UFMG) for forming, regularly, Systems Engineers. The Course has been created using the efforts and facilities from the School of Engineering of the UFMG, particularly from the Department of Electrical Engineering, Department of Electronics Engineering and from the Ministry of Education (MEC) of the Brazilian Government by means of the REUNI programme. In this paper is shown the experience of building and implementing the CGES/UFMG. The political and pedagogical project of the CGES/UFMG is described in some details and other important points have been highlighted from this experience in progress. The CEGES/UFMG has been thought of being a novel educational experience in Brazil and also it aims for contributing in the debate of innovations in the processes of forming engineers in Brazil.*

Key-words: systems engineering, complex systems, integrated educative process, multidisciplinary projects.