

UM CURRÍCULO FLEXÍVEL EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO: a proposta do curso de graduação da UFMG.

Francisco de Paula Antunes Lima - fpalima@dep.ufmg.br

Departamento de Engenharia de Produção da UFMG

Caixa Postal 209 - CEP: 30.161-970 - Belo Horizonte - MG

Jucy Elizabeth Normand

***Resumo.** No interior das engenharias, a engenharia de produção é o único curso que não se caracteriza por uma base tecnológica material específica. Decorre daí uma formação em engenharia de produção como uma habilitação de outras engenharias, não existindo, via de regra, a denominação de “engenheiro de produção” tout court, mas sim de engenheiro de produção-mecânico; produção-civil, produção-naval e assim por diante. A engenharia de produção nasceu, portanto, flexível, na medida em que se caracteriza por ser “multidisciplinar”, ao lidar com conteúdos de várias disciplinas (matemática, estatística, ciências sociais, administração, além, de outras engenharias) e, sobretudo, por ter que se adaptar às mais diversas bases técnicas e realidades produtivas, da construção civil, ainda semi-artesanal, à indústria de processos contínuos, com alta intensidade tecnológica. Recentemente, o Departamento de Engenharia de Produção da UFMG concluiu o seu projeto de Curso de Graduação em Engenharia de Produção, cujo primeiro oferecimento ocorrerá em 2001, já incorporando princípios de flexibilização curricular. O currículo flexível do curso da UFMG procura adequar-se às diferentes bases tecnológicas da engenharia de produção.*

***Palavras-chave:** Flexibilização, Currículo, Engenharia de Produção, Base Tecnológica*

1. INTRODUÇÃO

A **produção** é uma totalidade complexa que constitui objeto de estudo e da prática de várias disciplinas. Seu caráter multifacético exige, portanto, relações e contribuições mútuas entre várias áreas do conhecimento, em especial a articulação entre base técnica e disciplinas das áreas sociais e humanas (Administração, Economia, Sociologia, Filosofia). É neste campo híbrido que a Engenharia de Produção se situa.

O fato do objeto de estudo da Engenharia de Produção ser ao mesmo tempo técnico e social coloca inúmeras questões, além daquelas tradicionais a serem enfrentadas pela engenharia, quanto se busca delinear o perfil desse engenheiro. Como “dosar” os conteúdos técnicos, sociais e gerenciais? Como elaborar um currículo e métodos pedagógicos adequados que consigam integrar esses conhecimentos de maneira orgânica e vinculados ao objeto de interesse teórico e prático da Engenharia de Produção? Como conciliar uma formação técnica e humanista?

A Engenharia de Produção é, por definição, uma disciplina “flexível”, convocada a atuar em diferentes bases técnicas e servindo-se, para tanto, de conhecimentos provenientes de diversas fontes, das ciências naturais às ciências sociais. Assim, se a forma deste projeto pode levar a pensar em estruturas curriculares tradicionais, o conteúdo é inteiramente coerente com os princípios de flexibilização curricular. Dada a experiência da Engenharia de Produção em lidar com diversas bases tecnológicas e sua natureza multidisciplinar, este projeto concretiza uma das formas possíveis de flexibilização do ensino de graduação, segundo um modelo de

flexibilização vertical que contrapomos ao modelo de flexibilização horizontal. Essa estrutura curricular pressupõe uma concepção específica da natureza da engenharia de produção.

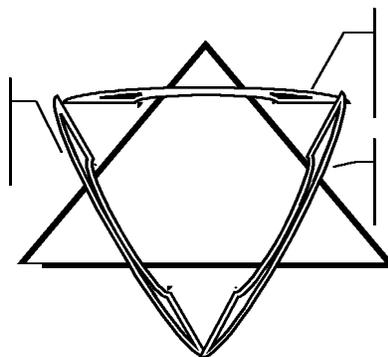
2. O CAMPO DA ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

A definição que pode ser considerada como oficial da engenharia de produção, adotada por várias associações profissionais, descreve o objeto desta disciplina – os sistemas de produção - como sendo um conjunto de homens, máquinas e matérias-primas. De acordo com a definição clássica: *"Compete à Engenharia de Produção o projeto, a implantação, a melhoria e a manutenção de sistemas produtivos integrados, envolvendo homens, materiais e equipamentos, especificar, prever e avaliar os resultados obtidos destes sistemas, recorrendo a conhecimentos especializados da matemática, física, ciências sociais, conjuntamente com os princípios e métodos de análise e projeto da engenharia"*. (Definição adotada pelo American Institute of Industrial Engineering (A.I.I.E.) e pela Associação Brasileira de Engenharia de Produção (ABEPRO)). Desta definição devem ser ressaltados alguns aspectos importantes que permanecem implícitos, em particular o que constitui a diferença específica da engenharia de produção – as interfaces organizacionais, sociais e humanas da técnica, que são partes integrantes dos sistemas produtivos, como relações que mediam seus elementos constitutivos.

Mais recentemente, uma outra definição ressalta a particularidade da Engenharia de Produção: *"Produzir é mais que simplesmente utilizar conhecimento científico e tecnológico. É necessário integrar fatores de naturezas diversas, atentando para critérios de qualidade, eficiência, custos, etc. A Engenharia de Produção, ao voltar a sua ênfase para as dimensões do produto e do sistema produtivo, vincula-se fortemente com as idéias de **projetar produtos, viabilizar produtos, projetar sistemas produtivos, viabilizar sistemas produtivos, planejar a produção, produzir e distribuir produtos que a sociedade valoriza.**"* (Conceito elaborado durante o III ENCEP, realizado em Itajubá, abril de 1988)

Pode-se perceber, a partir dessas definições, que a engenharia de produção só tem sentido onde e quando os homens (organizadores, engenheiros, produtores, usuários e consumidores) estiverem presentes ou estabelecerem relações como o sistema de produção, mas particularmente com a técnica e com os diversos processos produtivos. Os objetos de interesse da Engenharia de Produção são, em suma, as interfaces entre os componentes dos sistemas de produção, como representando na Figura 1.

Figura 1: Interfaces organizacionais, sociais e humanas da tecnologia



2.1. A Engenharia de Produção como ciência das interfaces dos sistemas produtivos

A noção de “interface”, por si só, não é atributo diferenciador dos objetos das diversas disciplinas. Em qualquer área do conhecimento, há problemas importantes relacionados às

interfaces: o sinal pode ser considerado como a interface entre os processos físicos e a teoria do controle; certas questões da tribologia podem ser considerados como problemas de interfaces entre componentes com movimentos relativos; na ciência dos materiais, vários problemas são colocados pelas interfaces entre materiais diferentes; no campo das ciências sociais, a economia pode ser entendida com a ciência das trocas entre indivíduos possuidores de mercadorias; a sociologia como a análise das relações entre agentes sociais; e assim por diante.

Não seria difícil encontrar vários exemplos evocativos da ubiquidade das interfaces, e de sua importância em qualquer campo científico. O que queremos com isso é apenas chamar a atenção para o fato de que as ciências não se ocupam apenas de elementos e de conceitos atomísticos, mas também de relações entre os elementos ou categorias elementares, isto é, tratam também de problemas de interfaces. Também não seria difícil encontrar outras disciplinas cujo objeto e problemática fundamentais podem ser caracterizadas como interfaces. É o caso, por exemplo, da psicossociologia, cujo objeto de interesse é constituído essencialmente pelas relações entre os indivíduos e a sociedade.

Na Engenharia de Produção esta noção adquire importância ainda maior, pois os problemas e objetos centrais desta disciplina são precisamente as interfaces entre as técnicas, por um lado, e a organização (administração), a sociedade e os indivíduos por outro. Dito de modo mais resumido, na Engenharia de Produção as interfaces organizacionais, sociais e humanas dos sistemas produtivos são os objetos fundamentais de análise.

Sem reconhecer a importância destas interfaces torna-se impossível delimitar a especificidade da Engenharia de Produção, pois cada um dos elementos constituintes dos sistemas produtivos - materiais, máquinas (inclusive processos) e homens – já são tratados por outras disciplinas, de um lado as engenharias técnicas, de outro as ciências humanas e sociais, em particular a psicologia, a administração e a sociologia.

A fim de tornar mais explícita a particularidade da Engenharia de Produção em relação às outras engenharias, podemos nos servir de uma comparação entre os processos de **invenção**, atividade por excelência dos engenheiros técnicos, e a os processos de **inovação**, função própria dos engenheiros de produção.

2.2. A invenção e a inovação como áreas particulares de atuação dos engenheiros

De modo geral, os cursos de engenharia têm, com razão, valorizado e buscado formar o que se convencionou denominar de “engenheiro de concepção”, o qual é caracterizado como um engenheiro capaz de criar e de inventar aparatos técnicos, fazendo evoluir e aperfeiçoando a tecnologia na sua área de atuação. Quanto ao engenheiro de produção, a capacidade correspondente seria a de inovação e não de invenção.

Não há aqui qualquer crítica ou desmerecimento das invenções dos engenheiros, apenas uma diferença de campo de atuação. A diferença é significativa, o que justifica a formação diferenciada, sendo pouco razoável esperar que um engenheiro com uma formação técnica específica, na qual deve dar provas de sua capacidade inventiva, tenha também que assumir as funções do engenheiro de produção e inovar na produção de seu invento. Não se trata de simples nuances terminológicas, mas sim áreas de atuação bastante distintas, cada qual exigindo conhecimentos e habilidades próprias.

Se cabe ao engenheiro técnico inventar e projetar aparatos técnicos, cabe ao engenheiro de produção inovar na produção, comercialização ou utilização deste aparato. A diferença não é simplesmente de onde se aplica a engenhosidade – os objetos materiais e processos de um lado, as formas de organização de outro -, pois as inovações introduzidas pelos engenheiros de produção também influenciam a forma dos artefatos técnicos.

A **invenção** consiste, assim, em conceber novos processos, produtos ou equipamentos utilizáveis na indústria de bens e de serviços. Para isto os engenheiros devem dominar os fenômenos naturais e processos de transformação da matéria, com ajuda de instrumentos matemáticos. Como se tornou usual dizer, o engenheiro transforma os conhecimentos teóricos das ciências da natureza em conhecimentos tecnológicos ou aplicados. Seu domínio de ação é do “causalidade posta”, ou seja da causalidade natural transformada em artefatos.

A **inovação**, por sua vez, consiste em transformar uma potencialidade técnica, já demonstrada em sua efetividade através de um protótipo, em mercadorias, portanto em produtos que sejam comercializáveis em um mercado competitivo (hoje globalizado). Para isto o produto deve ter características de usabilidade bem precisas (deve se diferenciar tanto de produtos iguais dos concorrentes quanto de outros produtos similares que oferecem valores de uso semelhantes), mas também ser um valor econômico, ou ser competitivo em termos de preço. Inovar consiste essencialmente em tornar um produto competitivo ou, no jargão da Engenharia de Produção, “agregar valor ao produto”. Por isso o *locus* da engenharia de produção, o seu laboratório natural, é a fábrica, enquanto os engenheiros técnicos precisam necessariamente atuar em laboratórios, ainda que estejam trabalhando nas empresas.

Para um engenheiro técnico, uma invenção tem valor assim que ele demonstra que ela é possível ou constrói um protótipo que funcione. Os critérios aqui são intrínsecos à técnica. Para um engenheiro de produção uma inovação tem valor quando ela permite produzir com mais rapidez, mais economia, mais segurança, maior utilidade para os usuários finais. Aqui, os critérios são extrínsecos à técnica propriamente dita e passam a ser ditados pelo mercado, pelos consumidores, pelos sindicatos e outros agentes sociais. Entretanto, como a engenharia de produção não é uma ciência social pura, deve transformar as exigências sociais em tecnologia; por isso lida com interfaces entre a técnica e a sociedade; seus conhecimentos contribuem para conceber os artefatos técnicos acrescentando-lhes características humanas. Para tanto é obrigada a desenvolver e lidar com métodos e conceitos próprios.

2.3. Conceitos e categorias da Engenharia de Produção

De acordo com as exigências atuais da competição globalizada (e o termo globalização não aparece aqui como simples decoração, pois o estágio atual de mundialização da economia afeta profundamente a forma de produzir, portanto de inovar), são os seguintes os conceitos que fazem parte do ferramental básico da Engenharia de Produção: qualidade e produtividade; manufaturabilidade; tempo de atravessamento (*lead-time*); otimização e racionalização de processos; segurança; usabilidade; manutenibilidade; produção enxuta; produção flexível; diversificação do mix de produtos; economia de escala e economia de escopo; terceirização; focalização; formação, qualificação e competências para as novas tecnologias; gestão de projetos e gestão da inovação...

Ora, em si mesma esta lista diz muito pouco sobre a especificidade da engenharia de produção, pois as engenharias técnicas também projetam pensando na economia, na qualidade, na segurança, na economia de materiais, na confiabilidade; também otimizam processos e características de utilidade aos produtos. Um engenheiro mecânico pode projetar uma cadeira de rodas mais barata, um aquecedor solar para residências populares, um automóvel de baixo custo ou otimizar o uso de energia em um forno. Nesses casos, qualquer melhoria do processo pode afetar a qualidade e a produtividade. Qual seria, então, a particularidade da engenharia de produção?

A diferença está na forma como a engenharia de produção trabalha com estas categorias, ou melhor, na forma e onde elas se apresentam. Como referido anteriormente, a engenharia de produção só se justifica se e quando os homens continuam interagindo com os elementos constitutivos da produção. Caso contrário, os problemas deixam de ser problemas de interface

social/organizacional/humana e passam a ser problemas técnicos, tratáveis pelos engenheiros técnicos e, quando possível, exclusivamente através de métodos matemáticos. O quadro seguinte assinala, de forma esquemática, a posição em que se situa a engenharia de produção em relação aos grandes campos científicos.

Quadro 1: Posição relativa da engenharia de produção

OBJETO	FENÔMENOS	CAMPOS CIENTÍFICOS
natureza	processos naturais	ciências naturais
tecnologia	causalidade posta	engenharias “técnicas”
produção material	sistemas de produção	engenharia de produção
sociedade	processos sociais	ciências sociais

As coisas são, em verdade, um pouco mais complicadas do que apresentadas aqui, pois a produção não obedece a esta linearidade: ciências naturais → ciências aplicadas/tecnologia (engenharia) → fabricação/utilização (engenharia de produção). Há muito esta concepção linear que reduz a tecnologia a mera ciência aplicada não é mais levada a sério. Para os nossos propósitos, basta dizer que a competição exige cada vez mais que produção, concepção e ciência básicas se aproximem no tempo e no espaço, ou seja, que o tempo entre uma descoberta teórica e sua comercialização sejam reduzidos e que, portanto, pesquisadores das ciências naturais, engenheiros e engenheiros de produção trabalhem em conjunto. A contribuição específica da Engenharia de Produção pode ser evidenciada comparando-a à nova área de automação.

2.4. Justifica-se o percurso da Engenharia de Produção na automação?

Podemos exemplificar esta relação dinâmica entre técnica e produção através da justificativa de um percurso da engenharia de produção pela automação. Com efeito, o que cabe ao engenheiro de produção fazer em sistemas automatizados? Aplica-se aqui o mesmo princípio geral: tratar as interfaces organizacionais, sociais e humanas da tecnologia. Aqui como alhures, apenas e quando os homens permanecem de alguma forma em relação com os sistemas técnicos, desenvolvendo funções de gestão, operação e vigilância, manutenção, fabricação/projeto de sistemas automatizados é que a engenharia de produção pode encontrar um lugar.

Se e quando a tão sonhada “fábrica sem homens” (*unmanned factory*) se tornar viável não haverá razão nem função para o engenheiro de produção. Enquanto a automatização integral não se tornar uma realidade técnica, os engenheiros de produção terão que resolver problemas como: projetar uma urna que não atemorize os eleitores com mais de 60 anos ou ajudar a conceber um telecomando de videocassete que não afugente pessoas com mais de 40; projetar um caixa automático de banco que não aumente a fila; configurar um sistema de atendimento automático por telefone que seja compreensível ou um serviço de manutenção à distância que seja eficiente; tornar “transparente” um sistema automático, facilitando a operação e o diagnóstico de panes.

Escolhemos alguns problemas do cotidiano propositadamente, para indicar como o conhecimento técnico não é suficiente para conceber produtos e sistemas relativamente simples. Mas nem todos os problemas tratados pela Engenharia de Produção são tão triviais. Faz parte da contribuição social do engenheiro de produção: projetar uma fábrica que não gere acidentes, porque foge ao controle dos operadores em caso de incidentes; evitar que um incidente menor em sistemas complexos acabe degenerando-se em catástrofes; explicitar o saber prático necessário ao projeto de sistemas de controle inteligentes; reduzir o tempo para

se atingir a produção nominal em uma nova fábrica; ajudar nos processos de transferência de tecnologia e de seu domínio efetivo; organizar o trabalho em sistemas complexos.

Caracterizado o objeto e os objetivos próprios à Engenharia de Produção, ainda devem ser esclarecidas, para que nosso projeto se torne mais compreensível, certas questões relativas ao currículo e à forma dada ao curso. O princípio geral que o orienta é que a Engenharia de Produção não está assentada sobre uma única base tecnológica, mas sim sobre uma pluralidade de bases tecnológicas, correspondentes à diversidade das interfaces entre os homens, a tecnologia e a organização.

3. UMA ESTRUTURA CURRICULAR FLEXÍVEL

3.1. Novas ênfases ou novo curso?

Com a generalização de currículos flexíveis uma questão se colocará necessariamente: por que criar um novo curso de Engenharia de Produção, que se constitui essencialmente em diversos percursos ou modalidades apoiados solidamente em bases técnicas específicas das outras engenharias, e não apenas oferecer tais opções através da flexibilização dos cursos de engenharia atualmente existentes? Noutros termos, dada a perspectiva de flexibilização curricular, justificar-se-ia, ainda, a criação de um novo curso de Engenharia de Produção ou poder-se-ia atender às demandas sociais de formação com a criação de percursos nos cursos atualmente existentes? Por trás desta questão encontra-se o problema da unidade mínima de organização acadêmica em uma estrutura universitária flexível.

A fim de acentuarmos a necessidade de se criar um novo curso de Engenharia de Produção talvez seja útil relatarmos brevemente os percalços encontrados pela coordenação de um curso que deve conciliar duas formações diferenciadas. Temos uma larga experiência com o curso de Engenharia Mecânica da UFMG, onde era oferecida a ênfase mecânica-produção, de natureza mais organizacional e gerencial, e as demais ênfases técnicas da Engenharia Mecânica (térmica, aeronáutica e construção de máquinas). A coexistência de formações diferenciadas, sem um núcleo comum, em um só curso coloca várias dificuldades. Na prática acabavam existindo dois cursos que são fundamentalmente diferentes quanto aos objetos e metodologias de ensino, separando os “alunos da produção” e os “alunos da mecânica”.

A decisão de criar um novo curso, entretanto, não é de ordem puramente pragmática, motivada apenas para contornar problemas burocrático-administrativos relacionados às dificuldades usuais de coordenação de cursos de graduação. A “pequena” inversão dos termos (de ênfase mecânica-produção para percurso produção-mecânica) pressupõe, de fato, toda uma inversão de filosofia e de compreensão do que é a Engenharia de Produção, coisa impossível de ser constituída através de um simples ênfase apensada ao final de 3 ou 4 anos do curso de Engenharia Mecânica ou de qualquer outro curso de engenharia. A ênfase mecânica-produção, em verdade, nunca formou bons engenheiros de produção, pois atraía, via de regra, os alunos insatisfeitos com a mecânica.

Portanto, a atual proposta de criação do curso de graduação em Engenharia de Produção responde à necessidade de se estabelecer formas de relacionamento e de convivência mais apropriadas entre Engenharia de Produção e Engenharia Mecânica e com outros cursos com os quais a engenharia de produção possui interfaces (construção civil; automação, agronomia etc.). A estratégia assumida pelo DEP (Departamento de Engenharia de Produção) pode ser resumida no seguinte princípio: só é possível desenvolver uma identidade própria à Engenharia de Produção se forem criados percursos ou modalidades independentes dos outros cursos de engenharia.

Portanto, apesar das semelhanças formais entre uma ênfase produção em algum outro curso de engenharia e um percurso da Engenharia de Produção construído sobre a mesma base técnica, há diferenças essenciais que justificam a criação de um novo curso. Como a estratégia do DEP em relação ao ensino de graduação em Engenharia de Produção consiste em vincular os percursos solidamente a bases técnicas específicas (inicialmente, mecânica e automação, posteriormente civil e agronomia) é evidente que haja semelhanças entre uma formação e outra. Mas isto não elimina as diferenças essenciais entre um percurso do curso de Engenharia de Produção e uma ênfase em um outro curso. Essas diferenças, já discutidas anteriormente de forma conceitual, também ficam evidentes na estrutura curricular e na flexibilidade vertical.

3.2. Um currículo flexível em engenharia de produção

Originando-se nas áreas tradicionais da engenharia e sendo caracterizada como uma habilitação específica, o curso de engenharia de produção deve satisfazer grande parte das mesmas exigências das engenharias que constituem a sua base técnica. Além de contemplar este conteúdo tradicional da Engenharia de Produção, o curso proposto inova em relação aos cursos existentes ao formar um engenheiro capaz de lidar com os aspectos sociais da tecnologia e do trabalho, incluindo, na forma de disciplinas obrigatórias e optativas, conteúdos concernentes à natureza histórico - social da produção. Com efeito, alguns princípios básicos que orientaram a criação do curso de graduação em Engenharia de Produção (EP) na UFMG são:

1) um equilíbrio entre conteúdos básicos (matemática, ciências naturais) e matérias de natureza tecnológica, organizacional e social, de forma a garantir uma melhor compreensão da realidade heterogênea da produção;

2) uma articulação orgânica entre a base técnica e disciplinas das áreas sociais e humanas, respeitando as especificidades dos processos técnicos onde isso for necessário, procurando desvendar a natureza histórico - social da tecnologia e da produção;

3) graduação como formação inicial no processo contínuo de educação permanente com oportunidade de alunos de graduação cursarem disciplinas no mestrado da UFMG em Engenharia de Produção. A convivência de alunos de graduação e pós-graduação, particularmente nas atividades acadêmicas extracurriculares, abre a possibilidade de desenvolvimento conjunto de projetos de pesquisa;

4) verticalização, rompendo com o formato convencional de organização curricular, em blocos estanques, com fases fixas sequenciais (ao ciclo básico segue-se o ciclo profissional e no final do curso são ofertadas as optativas). No caso do novo curso de Engenharia de Produção as diferentes atividades curriculares que compõem o currículo se entrelaçam ao longo de todos os semestres;

5) atividades de formação e projetos especiais em cooperação com as empresas, que constituem o "laboratório natural" da Engenharia de Produção;

6) aproveitamento para fins de integralização curricular, além das disciplinas formais, de várias outras atividades acadêmicas extra-classe, preferencialmente com o setor produtivo (trabalhos de graduação, estágios de longa duração, iniciação à pesquisa, docência e extensão, grupos de estudo, etc.) implicando tanto numa redução de carga horária em sala de aula, quanto na explicitação e valorização em créditos, do currículo oculto do aluno, possibilitando e incentivando um papel mais ativo do graduando na construção do seu currículo.

A observância desses princípios básicos resultou em um curso cuja carga horária total é de 3285 horas aí incluídas duas disciplinas de trabalho de graduação ou trabalho de fim de

curso (120h), 480 horas em disciplinas optativas ofertadas em diferentes departamentos e unidades da UFMG¹ e 120 horas em AAC². O mesmo esforço caracterizou a seleção das disciplinas do ciclo básico em ciências exatas no que concerne ao ajuste de conteúdo e carga horária em função das reais necessidades da base técnica tratada em cada percurso.

Do entendimento de que um curso é um percurso, cuja trajetória é em parte construída pelo aluno, resultou uma estrutura curricular composta por quatro grandes blocos: conteúdo fundamental, núcleo específico, formação complementar preestabelecida (FCPe) e disciplinas optativas. Cada um desses grandes blocos possui as seguintes características:

- **Conteúdo fundamental:** composto por disciplinas obrigatórias (OB) e responsável pela formação básica tanto em ciências exatas quanto em ciências sociais e das organizações, correspondendo respectivamente à 840 horas e 480 horas (Quadro 2);

Quadro 2: Conteúdo Fundamental – Curso de Engenharia De Produção – UFMG

CONTEÚDO FUNDAMENTAL		
Obrigatoriamente cursado e responsável pela formação básica em ciências exatas do curso		Obrigatoriamente cursado por todos os alunos do curso e responsável pela formação básica em ciências sociais e das organizações (480 H)
FCPe PROCESSOS DISCRETOS (825H)	FCPe PROCESSOS CONTÍNUOS (840 H)	
programação de computadores	programação de computadores	introdução à eng. de produção
geometria analítica e álgebra linear	geometria analítica e álgebra linear	tecnologias de informação aplicadas à eng. de produção
cálculo diferencial e integral	cálculo diferencial e integral	tecnologia e sociedade
química geral b	química geral b	org. industrial para engenharia
fundamentos de mecânica	fundamentos de mecânica	modelagem de sistemas de produção
estatística e probabilidade	estatística e probabilidade	economia industrial
fund. de mecânica ondulatória	fund. de mec. de sólidos e fluidos	estágio curricular supervisionado
fund. de termodinâmica	fund. de mecânica ondulatória	estágio curricular supervisionado
fund. de eletromagnetismo	fund. de termodinâmica	
mecânica fundamental	fund. de eletromagnetismo	
fenômenos de transporte	mecânica fundamental	
equações diferenciais c	fenômenos de transporte	
desenho mecânico	equações diferenciais c	
	introd. à física experimental	

Fonte: adaptado fig. i da “Flexibilização Curricular”- pré – proposta PROGRAD/ UFMG, nov/97

¹ Optativas: o curso oferece disciplinas nas três sub-áreas (Manufatura e Pesquisa Operacional, Qualidade e Produto, Organização do Trabalho e Ergonomia) bem como disciplinas ofertadas pelos departamentos de Estatística, Computação, Filosofia e Antropologia, Sociologia, Psicologia, Administração e Economia, num total de 52 disciplinas no âmbito da UFMG.

² AAC - atividades acadêmicas curriculares extra-classe: desde que as práticas de ensino e aprendizagem não se limitem às atividades em sala de aula, a AAC formaliza e contabiliza em créditos várias atividades acadêmicas desenvolvidas pelo aluno, até então "ocultas".

- **Núcleo específico:** composto por disciplinas OB e optativas (OP) distribuídas ao longo do curso, do primeiro ao último semestre, é responsável pela formação característica do curso, constituindo a essência do saber em EP. No novo curso, este núcleo específico está estruturado em torno de três sub-áreas (Qualidade e Desenvolvimento do Produto; Pesquisa Operacional e Manufatura; Ergonomia e Organização do Trabalho), constando desse bloco além de quatro disciplinas OB de cada uma das sub-áreas, aquelas atividades extra classe (duas disciplinas de trabalho de graduação e AAC). Nesses casos o papel do supervisor acadêmico e/ou orientador do trabalho de graduação, iniciação científica, à docência, à extensão é fundamental. Tratando-se dos mundos da produção, na sua totalidade complexa e contraditória, envolvendo conhecimento multidisciplinar, curso flexível por natureza, é necessário assegurar ao percurso organicidade desses conteúdos, sem perder a especificidade da situação selecionada pelo aluno com o aval do orientador. Este bloco totaliza 960h (Quadro 3).

Quadro 3: Núcleo Específico – Curso de Engenharia De Produção – UFMG

NÚCLEO ESPECÍFICO (960 h)			
Obrigatoriamente cursado por todos os alunos e responsável pela formação característica do curso			
similar ao currículo mínimo da resolução 48/76 do CFE			
ERGONOMIA & OT	MANUFATURA & PO	PRODUTO & QUALIDADE	TRABALHO DE GRADUAÇÃO E AAC
organização do trabalho	planejamento da produção	introd. à tecnologia da qualidade	trabalho de graduação I
ergonomia i	logística	controle estatístico da qualidade	trabalho de graduação II
ergonomia: estudos de situações reais	pesquisa operacional I	sistema de desenv. de produtos	AAC (A serem definidas pelos colegiados, dentre as seguintes possibilidades: disciplinas; seminários; participações em eventos; discussões temáticas; atividades acadêmicas à distância; iniciação pesquisa; docência ou extensão; vivências profissionais complementares e estágios curriculares.
projeto do produto	projeto de arquiteturas organizacionais da produção	métodos de desenvolvimento de produtos	

Fonte: adaptado fig. i da “Flexibilização Curricular”- pré – proposta PROGRAD/ UFMG, nov/97

- **Formação Complementar Prestabelecida (FCPe):** um conjunto pré-determinado de 17 disciplinas, correspondente à base técnica selecionada pelo aluno é ofertado por outros cursos de engenharia da UFMG. Corresponde aos percursos oferecidos, sendo que o aluno deverá cursar 540 horas numa das modalidades oferecidas. As alternativas possíveis são: processos contínuos (produção-automação), processos discretos (produção-mecânica) e processos unitários (produção-civil) (Quadro 4).
- **Disciplinas optativas:** Tanto quanto a FCPe representa a possibilidade, para o aluno, de uma formação complementar junto à diferentes departamentos e unidades da UFMG, incluindo aí diversas optativas oferecidas pelo DEP/UFMG em torno das três sub-áreas do seu núcleo específico. Nesse caso, dado o caráter flexível dessa estrutura há possibilidade do aluno traçar pequenas trajetórias ao selecionar um conjunto de optativas que lhe ofereça uma certa especialização não formalizada. Não é intenção dos docentes envolvidos no projeto desse novo curso, pelo menos por hora, formalizar como ênfase ou qualquer outra modalidade esta possibilidade de estruturação por parte do aluno de um conjunto de disciplinas OP. Nesse bloco são oferecidas cinquenta e duas optativas que vão da estatística à filosofia, passando

pela economia política, psicologia, sociologia, teoria da administração, administração financeira, administração de recursos humanos, entre outras. O aluno deve cursar a seu critério, dentro desse vasto elenco de disciplinas, 480h.

Quadro 4: Formação complementar preestabelecida – Engenharia de Produção – UFMG

FORMAÇÃO COMPLEMENTAR PREESTABELECID (FCPe) (540 H)		
Cada aluno poderá escolher um destes menus de disciplinas e deverá cursar disciplinas da FC escolhida. estes menus serão definidos previamente pelo colegiado		
PROCESSOS DISCRETOS FC 1	PROCESSOS CONTÍNUOS FC2	OUTROS PERCURSOS...
análise de sistemas térmicos	eletrotécnica geral d	
ensaios não destrutivos	algoritmos e estrutura de dados i	
laboratório de materiais	análises orientada a objetos	
introdução ao projeto	informática industrial	
elementos de máquinas i	instrumentação	
elementos de máquinas ii	automação em tempo real	
metrologia	sistemas especialistas aplicados à automação	
ciência dos materiais	comando numérico de máquina ferramenta	
seleção dos materiais	sist. integrados de manufatura	
sistemas fluidomecânicos	segurança e fiabilidade operacional	
termodinâmica fundamental	processos químicos e petroquímicos	
automação na fabricação	processos metalúrgicos	
desenho mecânico	processos em engenharia mineral	
processos primários fabricação	introdução à eng. de controle	
processos de fabric. por usinagem	laboratório de controle e automação ii	
processos de fabric. por soldagem	tópicos especiais em automação	

Fonte: adaptado fig. i da “Flexibilização Curricular”- pré – proposta PROGRAD/ UFMG, nov/97

Em suma, o curso de graduação foi estruturado segundo o **princípio de flexibilidade vertical**, qual seja, o de organizar os conhecimentos demandados por uma realidade e prática específicas, vale dizer, por uma base tecnológica específica, reconhecendo que a engenharia de produção não se caracteriza por uma única base mas sim por várias bases tecnológicas.

Agradecimentos

Além dos autores, participaram da comissão de elaboração do projeto de curso de graduação em engenharia de produção os professores Lin Chih Cheng, Carlos Anibal N. Costa, Antônio Sérgio de Souza, Samuel Vieira Conceição e João Martins da Silva, a quem agradecemos a contribuição que também está refletida neste artigo.