

**PROJETO PEDAGÓGICO**

**CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**

*Profa. Tânia Lúcia Santos Miranda*  
*Coordenadora do Curso*  
*Profa. Adriane Salum*  
*Subcoordenadora do Curso*

**Novembro 2007**

# PROJETO PEDAGÓGICO DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

## 1. CONCEPÇÃO DO CURSO

### 1.1 – Objetivos

O Curso de Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais (CGEQ/EE/UFMG) tem como objetivo básico o de formar profissionais com um sólido conhecimento dos fundamentos da Engenharia Química e capazes de integrá-los, reestruturá-los e aplicá-los, de forma criativa, crítica e consciente, à operação, concepção, projeto e desenvolvimento de sistemas, produtos e processos, atendendo, assim, não só às demandas locais, regionais e nacionais mas, também, às perspectivas futuras da indústria química e dos setores afins. Entende-se, como forma consciente de aplicação do conhecimento, o respeito aos princípios éticos, sociais e ambientais, necessários à existência de qualquer sociedade.

É importante ressaltar que a formação do profissional com um sólido conhecimento dos fundamentos da Engenharia Química aparece no objetivo do curso desde a sua criação, enfocando a Engenharia como Ciência, a qual se propõe, no contexto metodológico, gerar o conhecimento sobre a natureza dos fenômenos e sobre a atuação do indivíduo. Esta Ciência, bem definida por Coimbra [1], em 1961, reflete a nova postura da Engenharia frente à complexidade dos seus problemas, os quais, por não se enquadrarem em uma definição matemática rigorosa, requerem a formulação de modelos e generalizações, que se aproximam da verdade, para a obtenção de respostas aceitáveis, geralmente validadas por experimentos. Portanto, *“a Ciência da Engenharia aceita uma situação completa tal como ela existe e procura fornecer uma resposta tecnicamente correta para ser traduzida em alguma forma de ação”* [1].

Dentro do exposto, o objetivo geral do CGEQ/EE/UFMG encontra-se em consonância com o papel histórico e transformador da Universidade Federal de Minas Gerais, a qual não existe como um núcleo reprodutor de conhecimento já constituído e, sim, como um centro vivo de irradiação da cultura, de comunicação e transformação do saber acumulado e de incentivo à criação da ciência *por fazer*, sendo, portanto, a consciência do mundo que a envolve [2].

### 1.2 – Perfil do Curso

O Curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG caracteriza-se por um forte embasamento dos fundamentos da Engenharia Química, em um ensino dinâmico, com técnicas de ensino focadas no aprendizado do aluno, de forma a capacitá-lo para uma postura analítica, crítica, generalista e com a capacidade de absorver, adaptar e promover inovações tecnológicas, com uma postura ética, dentro de um contexto social, econômico e político.

O Curso mantém seu currículo permanentemente atualizado quanto à formação do profissional, fortalecendo os conteúdos dos fundamentos da engenharia química e integrando-os, de forma equilibrada e criativa, aos de operações e processos e aos conteúdos de áreas correlatas.

O curso mantém um processo regular de avaliação, de maneira que, os resultados da formação do profissional são continuamente avaliados, utilizando-se, para tal, dados referentes às avaliações interna e externa do curso e à avaliação discente, de forma a subsidiar

a proposição das suas metas e ações ao longo do seu processo evolutivo.

Há também, uma constante atualização e expansão de seus laboratórios de ensino, quanto aos equipamentos e instalações, e o acervo da biblioteca, para que proporcionem as condições necessárias ao ensino criativo e participativo, característico do curso de Engenharia Química da UFMG.

### **1.3 – Perfil do Egresso**

Em concordância com os objetivos e o perfil do Curso, o perfil do egresso é o de um profissional generalista, crítico e consciente, com grande capacidade analítica, habilitado não apenas para operar indústrias químicas mas, principalmente, para absorver, adaptar e promover inovações tecnológicas. Assim, o engenheiro químico formado pela UFMG deve apresentar as seguintes habilidades:

- Capacidade de desenvolvimento de raciocínio, equacionamento e resolução de problemas em Engenharia Química, nas diversas áreas do conhecimento. Habilidades expressas pela formação ampla e sólida nos fundamentos de Engenharia Química e pela versatilidade, criatividade e capacidade analítica para resolução de problemas e inovações.
- Comportamento ético e humanista, com constantes questionamentos em relação ao conhecimento e o ambiente social.
- Capacidade de atendimento das demandas da sociedade.
- Visão crítica e analítica dos aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais dos problemas a serem solucionados

### **1.4 - Dados sobre o Curso**

Visando entender a evolução do CGEQ/UFMG e como seus objetivos geraram as metas e as ações que moveram esta evolução, faz-se necessário analisar a sua história, contextualizando-a no quadro social e político do país e da própria UFMG.

O curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG é diurno, semestral e recebia, anualmente, até o presente ano, 50 alunos, distribuídos em duas entradas de 25 (primeiro e segundo semestres). O total de alunos matriculados no Curso gira, atualmente, em torno de 250 pois, são, em média, 25 alunos por período, em um total de 10 períodos. No início deste ano de 2007 o Colegiado solicitou à Pro-Reitoria de Graduação uma expansão de 20% do número de vagas, passando o curso a ter, portanto um total de 60 vagas anuais (30 vagas por semestre) a partir de 2008.

O curso, atualmente, encontra-se dividido em ciclo básico (04 períodos), quando são cursadas as disciplinas de matemática, física, química, estatística e computação e ciclo profissional (06 períodos), quando são abordados os conteúdos de Engenharia Básica e os específicos da Engenharia Química.

No ciclo profissional, a grande maioria das disciplinas é ofertada pelo Departamento de Engenharia Química (DEQ-UFMG) que conta, hoje, com 15 professores, sendo 13 Doutores, 01 mestre e 01 especialista. Na Tabela 1 encontra-se a lista de docentes lotados no DEQ-UFMG

**TABELA 1 - RELAÇÃO DE PROFESSORES DO DEPARTAMENTO DE  
ENGENHARIA QUIMICA - EE.UFMG**

PROFESSOR		TITULAÇÃO	REGIME DE TRABALHO
ADRIANA SILVA FRANÇA		PROF. ADJ - DR.	DE
ADRIANE SALUM		PROF. ADJ - DR.	DE
ÉDER DOMINGOS DE OLIVEIRA		PROF. ADJ.- DR.	DE
LEANDRO SOARES DE OLIVEIRA		PROF. ADJ - DR.	DE
MARCELO CARDOSO		PROF. ADJ - DR.	DE
MARIA ELISA SCARPELLI RIBEIRO E SILVA		PROF. ADJ - DR.	DE
MARIA HELENA CAÑO DE ANDRADE		PROF. ADJ. - DR	DE
MARIA DAS MERCÊS REIS DE CASTRO		PROF. ADJ - DR.	DE
RICARDO GERALDO DE SOUSA		PROF. ADJ. - DR.	DE
ROBERTO FERNANDO DE SOUZA FREITAS		PROF.TITULAR-DR.	DE
ROBERTO MACHADO ZICA DE CASTRO		PROF. ASSIST. - MS.	T20
SÉRGIO LUIZ CABRAL DA SILVA		PROF. ADJ - DR.	T20
SOLANGE VAZ COELHO		PROF. ADJ. - ESPEC.	T20
TÂNIA LÚCIA SANTOS MIRANDA		PROF. ADJ. - DR.	DE
VANESSA DE FREITAS CUNHA LINS		PROF. ADJ. - DR.	DE

### 1.5 – Forma de ingresso no Curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG

O ingresso no curso se dá quase essencialmente por meio de concurso vestibular, realizado anualmente na UFMG.

O vestibular da UFMG ocorre em duas etapas: a primeira, com questões de múltipla escolha, abrange todas as áreas do conhecimento que são cobertas no ensino fundamental e médio, ou seja, são provas de matemática, física, química, biologia, português, história, geografia e língua estrangeira, comum a todos os cursos. Somente os candidatos aprovados na primeira etapa podem participar da segunda etapa do vestibular.

Na segunda etapa, as provas consistem de questões abertas e são específicas a cada área do conhecimento. Assim, os candidatos ao curso de Engenharia Química, na segunda etapa, fazem provas de português, matemática, química e física.

Ressalte-se que o curso de Engenharia Química teve um grande salto nos últimos anos, no que tange o número de candidatos por vaga e a nota de corte no vestibular, passando de 10 candidatos por vaga em 2000 para cerca de 19 candidatos por vaga, no vestibular de 2007. No vestibular de 2008 esse número só não foi maior que o de 2007 porque houve um aumento de 20% no número de vagas, ficando a relação candidato/vaga em torno de 18. Porém, se o número de vagas tivesse se mantido essa relação passaria para cerca de 22 candidatos por vaga.

Quanto a nota de corte (primeira etapa), esta também teve um aumento significativo, passando de 72 em 2000 para 90 em 2007, segunda maior nota do vestibular. Esses resultados

são reflexos de uma das ações do Planejamento Estratégico do DEQ que consiste em uma maior divulgação do Curso, por meio de palestras às escolas de ensino médio e visita de várias escolas da Capital e do Interior de Minas Gerais às dependências do DEQ. Essa iniciativa proporcionou à comunidade estudantil um maior conhecimento sobre o curso e sobre as possibilidades de atuação do engenheiro químico no mercado de trabalho aumentando, assim, a procura pelo curso e, conseqüentemente, a nota de corte no vestibular.

As outras formas de ingresso no curso se dão por meio de transferência de outras escolas ou por solicitação de obtenção de novo título. Entretanto, essas duas formas de ingresso estão condicionadas à existência de vagas remanescentes no curso, sendo este número bastante reduzido, representando menos de 2% do total de alunos ingressantes.

### **1.5 - Histórico do Curso de Engenharia Química da UFMG**

Em 1946, implantou-se, na Escola de Engenharia da, então, Universidade de Minas Gerais, o curso de Engenheiros Industriais. Cumpre ressaltar que, seguindo a visão utilitarista da época, a Universidade de Minas Gerais, fundada em 1927, era formada por um conglomerado de escolas superiores e faculdades justapostas umas às outras. Similar à Universidade do Rio de Janeiro, estes conglomerados de escolas tinham a função de formar profissionais e, embora se admitisse a ciência como atividade didaticamente útil, ela era esporadicamente praticada. Um núcleo central, representado pela reitoria, congregava estas faculdades, porém, destituído de poder decisório, não lhe cabia o papel de direcionar mudanças. A reforma universitária, imposta nos decretos governamentais de 1931, além de oficializar este modelo de universidade como o de educação superior no país, restringia a sua autonomia [3].

No final da década de 50, a Universidade de Minas Gerais se mobilizou, implementando amplas discussões sobre o papel da universidade na sociedade brasileira e sobre as ações necessárias para concretizar a sua missão de centro irradiador da cultura, consciente, inovador e transformador. Participante destas discussões e já consciente da necessidade de inovações drásticas no ensino superior, o curso de Engenharia Industrial da Escola de Engenharia se transformou, em 1961, no atual curso de Engenharia Química, lançando assim as bases de uma formação profissional mais sólida voltada para a investigação metodológica dos processos na nova visão seqüencial de suas operações unitárias.

A Universidade de Minas Gerais, que a partir de 1965 passou, por lei, a denominar-se Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), líder e ativa como sempre é, não esperou por reformas universitárias outorgadas e implantou a sua própria, respeitando as suas peculiaridades e sendo fiel à sua história e tradições. No discurso de posse do Magnífico Reitor Prof. Aluízio Pimenta, em fevereiro de 1964, firmou-se o compromisso desta reforma. Embora este processo fosse dinâmico e reavaliado a cada passo, já se tinham identificados com clareza, pelas amplas discussões ocorridas e a amadurecida reflexão da comunidade, o papel da universidade brasileira, a sua contribuição social, os problemas a serem sanados e as linhas mestres que norteariam a reorganização da UFMG. Este documento de trabalho[2], bem posto para a comunidade, foi um exemplo vivo de organização, de metodologia e de autêntica autonomia universitária.

Em 1963, o Conselho Universitário da UFMG, já prevendo essa reforma, estabeleceu a criação de alguns institutos centrais. Criou-se, então, na Escola de Engenharia, o Instituto de Química, o qual deveria se organizar para atender também duas outras escolas (Farmácia e Filosofia). Este Instituto, na época, era o principal responsável em ministrar o Curso de Engenharia Química.

Outro marco importante que veio unir a comunidade da UFMG, foram os acontecimentos que sucederam ao golpe de Estado de 30 de março de 1964. A postura inabalável da UFMG, representada pelo seu Reitor Prof. Aluísio Pimenta, na defesa de sua autonomia e integridade, a recusa em ser um organismo inquisitorial da ditadura instalada no país, a não submissão à lógica dos fatos consumados com a ultrajante intervenção militar, o protesto público do Reitor perante às autoridades estaduais, federais e militares são exemplos de valores éticos a serem apreendidos, ainda hoje, por toda a comunidade. Esta postura de fidelidade aos seus objetivos e ideais resultou, de imediato, no apoio externo da sociedade e na constatação do importante papel que a UFMG exerce no cenário nacional. Reassumindo suas atividades de Reitor, no dia 13 de junho de 1964, o Prof. Aluísio Pimenta supera todas as ações contrárias e implanta o seu plano de trabalho para a reorganização da UFMG, *catalisando as forças vivas que de fato se multiplicaram e mostraram toda a potencialidade na noite escura da intervenção e no dia claro da resistência*. Este trabalho pedagógico, cultural e democrático, envolvendo toda a comunidade no construir, reavaliar e implantar as metas e os organismos de ação, estendeu-se por três anos consecutivos, quando, então, em 1967, chegou-se a estrutura organizacional, a qual é mantida hoje, com algumas alterações.

A Reforma Universitária outorgada pelo governo em 1968, embora incorporasse as experiências da USP, UNB e da UFMG, foi implantada em um contexto político desfavorável, no qual não havia a devida liberdade para a discussão sobre a diversidade e a especificidade das instituições de ensino superior no país. A criação dos departamentos, sem a devida discussão na instituição, gerou a fragmentação das universidades e fomentou formas administrativas centralizadas e burocráticas. O sistema de matrículas por disciplina, em substituição ao serial ou anual, suscitou em nova fragmentação da estrutura universitária.

Com essa reforma, os docentes e o pessoal administrativo do Instituto de Química da EE/UFMG foram divididos entre o Departamento de Engenharia Química (DEQ) da EE/UFMG e o Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas (ICEX) da UFMG. Embora o CEQ/EE/UFMG tenha se fragmentado em dois ciclos, o básico e o profissional, a sua criação, ainda no âmbito da Escola de Engenharia, propiciou características próprias. Mais do que isso, tinha-se formado o núcleo de docentes do curso, com profissionais atuantes diretamente na área de engenharia química e no contexto de engenharia de processos e projetos. É este núcleo, que em distintos momentos da sua história, propõe ações e mudanças inovadoras na estrutura curricular do curso e na metodologia de ensino dos seus conteúdos. Em consequência, a evolução do curso só pode ser entendida quando vinculada à do corpo docente do DEQ/EE/UFMG.

Em 1970, mesmo contando com um número reduzido de 11 docentes, como visto na Figura 1, este núcleo introduziu, no currículo do curso, disciplinas inovadoras, tais como Fenômenos de Transporte, Cinética e Cálculo de Reatores, Projetos Industriais e Instrumentação e Controle, antecipando-se assim à Resolução 48/76 do Conselho Federal de Educação (CFE) sobre os novos currículos mínimos para a área de engenharia. A disciplina de Projetos Industriais, subdividida em I e II, consolidava e integrava os conhecimentos adquiridos pelo aluno ao longo do curso, pela resolução de projetos específicos que envolviam, não só a análise econômica, mas a concepção, o desenvolvimento e a especificação detalhada e integrada das etapas de um dado processo. Esta disciplina, inserida no currículo como a de fechamento do curso, assemelha-se hoje ao trabalho de conclusão de curso das novas Leis de Diretrizes Curriculares.

Quanto à metodologia de ensino, havia-se implantado, no ciclo profissional, técnicas dinâmicas de trabalho em grupo com os alunos, consistindo de grupos de discussão do conteúdo (GD) e grupos de discussão de problemas (GDP). O roteiro programado das aulas de discussão era distribuído previamente aos alunos para que estes estudassem o conteúdo e

preparassem pontos e questões de discussão. Cada disciplina do ciclo profissional contava com dois professores responsáveis, que subdividiam a turma em dois GD. Nestes grupos, os alunos eram induzidos, pelo professor, a responder as questões levantadas, trocando suas opiniões e conceitos sobre o conteúdo estudado. Nos GDP, os alunos recebiam, como desafio, problemas específicos para discutirem e apresentarem propostas viáveis de solução. O aprendizado e o desempenho dos alunos eram avaliados continuamente e progressivamente pela sua participação nas discussões e por testes de conhecimento, não havia um sistema de provas formais. Os professores, além de orientarem as discussões técnicas, identificavam conflitos de comunicação, que eram discutidos e, se necessário, trabalhados de forma a minimizá-los em relação ao aprendizado e a flexibilizar posturas frente à diversidade de opiniões e concepções. Para a aplicação destas técnicas de dinâmica em grupo, os professores do DEQ/EE/UFMG haviam sido treinados e eram assessorados por especialistas na área de comportamento humano.

Tanto a reforma curricular quanto essas técnicas de ensino atendiam aos objetivos do curso e se traduziram em ações inovadoras, que refletiam o amadurecimento e a evolução da própria UFMG. As novas disciplinas incorporadas perduraram ao longo destes anos, tendo periodicamente o seu programa atualizado.

A avaliação dos resultados obtidos, nos anos subsequentes, indicou um significativo diferencial na postura dos alunos participantes dos GD's e dos GDP's, que se impunham mais rápido e facilmente no mercado de trabalho. Pôde-se perceber o avanço na consolidação do conteúdo nas visitas técnicas realizadas às indústrias, quando os próprios alunos discutiam com os técnicos o uso e funcionamento dos equipamentos. Ressalte-se que as aulas experimentais no curso eram aquém do desejado e as visitas técnicas programadas com as indústrias locais vinham suprir, em parte, esta deficiência. Em decorrência do tempo exigido do aluno e do próprio professor no preparo de suas atividades para os GD's, estas técnicas foram se modificando nos anos que se seguiram. A dinâmica do GDP's é, ainda, mantida, embora não mais assessorada por especialistas.

No ano de 1977, realizou-se uma ampla reforma curricular, com destaque para a introdução, no currículo do curso, das disciplinas: "Elementos de Ciência de Materiais" e "Laboratório de Operações e Processos". A primeira incorporava à formação do profissional uma área interdisciplinar, na qual a engenharia química tornava-se cada vez mais importante. Isto vinha, portanto, abrir novos campos de especialização e atuação dos futuros profissionais, formados no curso, atendendo assim a um dos objetivos específicos do curso.

A implantação do "Laboratório de Operações e Processos" (LOP), como disciplina de final de curso (9º período), visava, em uma iniciativa pioneira, não só sanar parte da deficiência de experimentação detectada no ciclo profissional, mas, principalmente, integrar os conhecimentos teóricos e práticos, adquiridos pelo aluno ao longo do curso, com as suas habilidades experimentais e a sua capacidade de organizar, extrapolar e de analisar criticamente os resultados.

A reforma curricular de 1977 veio, também, estruturar, em um conjunto de três, as disciplinas de Fenômenos de Transporte, ficando sob a responsabilidade do DEQ/EE/UFMG. Esta seqüência organizada dos fundamentos dos processos de transferência, passando da modelagem matemática para equacionamento empírico e, em seqüência, para os projetos de trocadores de calor e de evaporadores tornou-se, na época, um dos pontos fortes do conteúdo teórico do curso. Tanto assim, que o grupo responsável por estas disciplinas foi recrutado, nos anos que se seguiram, para estruturar e ministrar a disciplina de Processos de Transferência no Curso de Aperfeiçoamento da Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares da UFMG e, como consultor técnico, para elaborar os módulos do Curso de Fenômenos de Transporte no

Programa de Especialização de Professores do Ensino Superior (PREPES) da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

Em paralelo a essa reforma, novos docentes foram contratados pelo DEQ/EE/UFMG, em regime de dedicação exclusiva. No início dos anos 80, o DEQ/EE/UFMG já contava com 13 docentes, sendo 63 % em regime de 40 h. Nesta época, preocupado com a qualificação do seu quadro docente, o DEQ/EE/UFMG elaborou o seu Programa de Capacitação Docente e a sua política interna de contratação de pessoal qualificado. Em dezembro de 1979, implantou o Programa Interno de Iniciação Científica, visando a integração do aluno do CEQ/EE/UFMG no desenvolvimento das linhas de pesquisas do Departamento. Elaboraram-se, então, as normas do processo de inscrição e de seleção de candidatos às bolsas e as normas referentes às atribuições dos bolsistas, dos professores-orientadores e do coordenador do programa. Criaram-se os Seminários Internos de IC, como forma de acompanhamento dos bolsistas, constando da apresentação oral dos seus trabalhos, desenvolvidos no semestre letivo. O DEQ/EE/UFMG não mediu esforços para divulgar os trabalhos de seus bolsistas e incentivá-los a participar de Congressos Nacionais, como o I Congresso de Iniciação Científica e Tecnológica em Engenharia (CICTE) realizado em São Carlos, no ano de 1982. Os resultados positivos, obtidos ao longo dos quatro anos de implantação do Programa, podem ser comprovados não só pelo aumento na demanda mas, principalmente, pelo aumento no número de bolsas concedidas ao Programa, como visto na Figura 1. Em três anos de funcionamento do Programa, o CNPq aumentou de 150 % o número de bolsas de IC concedidas. Em 1983, mesmo com o corte de recursos para a educação e a pesquisa no país, o Programa conseguiu assegurar 10 bolsas de IC para os alunos do curso.

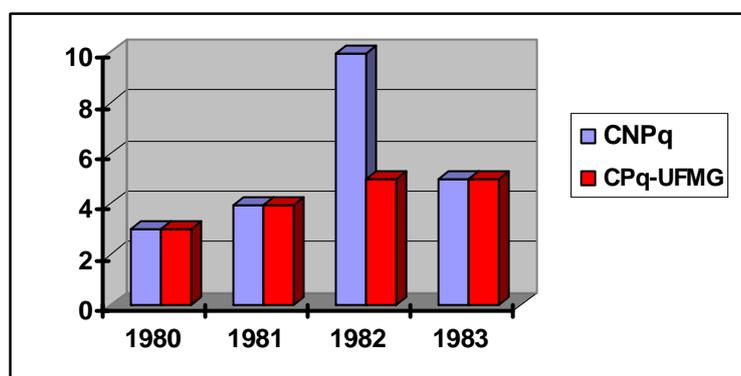


Figura 1 – Número de bolsas de iniciação científica concedida pelos órgãos de fomento ao Programa Interno de Iniciação Científica do DEQ/EE/UFMG.

No ano de 1984, submeteu-se ao CNPq o projeto “Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Departamento de Engenharia Química - UFMG”, o qual foi aprovado, institucionalizando as bolsas de IC no DEQ/EE/UFMG com a programação de cotas para os anos de 1985 a 1988. Isto, além de fortalecer as linhas de pesquisa no Departamento, garantiu a continuidade do Programa.

No final da década de 80, outra reforma curricular foi implementada, com a introdução no currículo de mais uma disciplina experimental importante, o “Laboratório de Fenômenos e Operações” e a criação da disciplina “Introdução à Engenharia Química”, que viria a ser exemplo para os demais cursos de Engenharia Química no país. Esta disciplina, ministrada, no Ciclo Básico, por docentes do Ciclo Profissional, tinha e tem como objetivo diminuir a

distância entre estes ciclos da graduação. Houve, também, uma ampla reestruturação das áreas de Fundamentos, Operações e Processos, visando uma maior organicidade na formação do aluno e equacionando, de forma pioneira, questões que foram objeto de ampla discussão nos III e IV Encontros Brasileiros sobre o Ensino da Engenharia Química (ENBEQs), realizados em 1989 e 1991, respectivamente. Dentre estas questões, destacam-se: a discussão, implantação ou reestruturação das disciplinas críticas de Transferência de Massa, Termodinâmica e Cinética; a incorporação da informática ao ensino da Engenharia Química; a reformulação da área de Projeto de Processos; a criação da disciplina Processos para Proteção Ambiental, com enfoque nas chamadas "tecnologias limpas" e a reestruturação da disciplina de Otimização e Simulação de Processos, enfocando o uso de métodos computacionais na simulação e otimização de processos.

Quanto à incorporação da informática ao ensino da Engenharia Química, cumpre ressaltar que, em novembro de 1989, aprovou-se o projeto "O Uso de Computadores no Ensino da Engenharia Química" em Câmara Departamental, o qual veio originar o projeto institucional "Aprimoramento do Ensino de Graduação de Engenharia Química - DEQ/UFMG", submetido ao PADCT em 1990 e aprovado em 1991. Este projeto tinha como meta aplicar a ferramenta computacional para promover um encadeamento maior entre as disciplinas de fundamentos e as de operações unitárias, possibilitando desenvolver um trabalho experimental mais criativo na disciplina Laboratório de Fenômenos e Operações (LFO). Propunha-se, então, simular, utilizando-se microcomputadores, etapas de um processo, envolvendo a transferência de massa, energia e quantidade de movimento, de forma interativa nas diferentes disciplinas de Fundamentos da Engenharia Química. O aluno iniciaria este mini-projeto no 5º período nas disciplinas de Fenômenos de Transporte I e de Termodinâmica Física e, à medida que fosse avançando na grade curricular dos fundamentos (6º e 7º períodos), iria aglutinando ao mini-projeto novas subrotinas de simulação para se ter, ao final do 7º período, o programa de simulação completo das etapas do processo analisado. A partir deste ponto, o aluno estaria apto para reproduzir no laboratório o mini-projeto simulado e medir as suas variáveis operacionais, obtendo dados para o confronto teórico-experimental e para a análise crítica da real influência destas variáveis no processo. Este confronto propiciaria ao aluno a real dimensão de um modelo frente à realidade experimental.

Embora essa metodologia de ensino parecesse viável, as ferramentas para a sua implementação se faziam, na época, incompletas, pois, não havia, no Ciclo Básico, a prática continuada de se ministrar uma linguagem computacional aos alunos. A proposta do projeto teve que ser reformulada, introduzindo-se, no 5º e no 6º períodos, cursos complementares sobre linguagem computacional (PASCAL ou FORTRAN). Paralelo a estes cursos, implantaram-se os mini-projetos nas disciplinas de Fenômenos de Transporte I e Termodinâmica Física. Entretanto, a elaboração do programa computacional não pôde ser concretizada nesta primeira etapa do mini-projeto, nem tampouco, a análise dos resultados simulados. Isto impossibilitou a continuidade da seqüência proposta. A carga horária adicional dos alunos com os cursos complementares e a sua inexperiência na prática computacional foram as principais causas que inviabilizaram a implementação completa do projeto. Fazia-se necessário, então, trabalhar no conteúdo prático da disciplina de Programação de Computadores, ministrada no 1º período do curso, e viabilizar, ao longo do Ciclo Básico, o desenvolvimento de programas computacionais para treinamento do aluno.

Mesmo não se completando a simulação dos mini-projetos, a disciplina LFO poderia vir a ser implementada, reproduzindo no laboratório etapas destes mini-projetos, com instrumental básico, versátil e dinâmico de medição e aquisição das variáveis em linha para confronto e análise crítica da influência destas variáveis nas etapas do processo. Entretanto, optou-se, na época, por implantá-la nos moldes de práticas mais tradicionais, como previa o

projeto “Implantação da Disciplina Laboratório de Fenômenos e Operações do Currículo do Curso de Engenheiros Químicos da UFMG”, aprovado em setembro de 1990, pela Pró-Reitoria de Graduação, PROGRAD/UFMG. A disciplina LFO passou, então, a funcionar na dependência dos laboratórios de pesquisa instalados no Departamento só dando um salto a partir de 1999. Ainda que os trabalhos experimentais nessa disciplina fossem nos moldes tradicionais de práticas pré-estabelecidas, os fundamentos de Fenômenos de Transporte e de Operações Unitárias encontravam-se com melhor integração. No currículo de 1977, a parte experimental desses fundamentos se limitava a trabalhos extra-classe com a montagem criativa de “kits” de laboratório na disciplina de Fenômenos de Transporte I e a experimentos tradicionais envolvendo as operações de separação mecânica e de concentração de sólidos particulados, oferecidos no Laboratório de Operações Unitárias A, com uma carga horária semanal de 2 horas.

Outros pontos a se registrarem nessa reforma curricular de 1989-1990 foram: (i) o salto qualitativo conseguido na área de estatística com a redução de suas disciplinas no Ciclo Básico e a criação, no Ciclo Profissional, da disciplina “Planejamento e Análise de Experimentos”, a qual veio atender às necessidades do currículo e fornecer suporte às disciplinas de caráter experimental; (ii) a atualização do conteúdo programático da disciplina “Análise Instrumental”, com a introdução de técnicas instrumentais mais avançadas; (iii) a incorporação das disciplinas optativas “Engenharia de Corrosão” e “Engenharia Bioquímica” como disciplinas obrigatórias, atualizando assim o currículo com novas tecnologias em áreas nas quais a atuação do engenheiro químico vem ganhando espaço, principalmente no Estado de Minas Gerais.

Ressalte-se que no final do ano de 1991, implantou-se na EE/UFMG o Curso de Mestrado em Engenharia Química (CPGEQ/EE/UFMG), tendo o DEQ/EE/UFMG como o responsável pelo curso. A integração dos alunos de mestrado com os de graduação em Engenharia Química ocorreu rapidamente constituindo-se em ponto forte para ambos os cursos. Durante os primeiros anos de implantação do CPGEQ/EE/UFMG, tal integração se processou por três mecanismos distintos: o programa de monitoria de pós-graduação (PMPG); o programa de iniciação científica (PIC) e a disciplina “Laboratório de Operações e Processos” (LOP). O PIC implantado no departamento vinha interligar os trabalhos de IC dos alunos de graduação com os de dissertação dos alunos de pós-graduação nos diferentes projetos de pesquisa, em andamento. O LOP propiciava e propicia novos temas para as dissertações de mestrado ou temas complementares às dissertações em andamento, possibilitando neste caso, a interação direta do aluno de pós-graduação com o grupo de alunos de graduação na disciplina. O programa de monitoria de pós-graduação, criado pela Pró-Reitoria de Pós-Graduação da UFMG. Os benefícios desta interação aluno-monitor-professor concentram-se no aprendizado conjunto de técnicas de ensino mais adequadas e inovadoras que, sem dúvidas, contribuíram no aprimoramento do ensino da graduação; na confiança mútua desenvolvida ao longo do trabalho, permitindo aos alunos de graduação um maior avanço no conhecimento técnico devido à facilidade de relacionamento com o monitor; na consciência e no respeito pelo processo de aprendizado dos alunos adquiridos pelos monitores, principalmente, aqueles com potencial para o magistério [4]

Cumprir registrar que, nos anos de 1993-1995, apoiado pelo DEQ/EE/UFMG, o Grêmio de Engenharia Química implantou um programa de visitas técnicas às indústrias locais. Os próprios alunos planejavam, no início do semestre, uma visita técnica para cada um dos períodos do curso. Assessorados por um grupo de docentes, os alunos selecionavam adequadamente a indústria a ser visitada em função do conteúdo das disciplinas ministradas por período. O contato inicial e o cronograma de visitas eram de responsabilidade do Grêmio, cabendo ao DEQ/EE/UFMG viabilizar o transporte e designar, por período, o professor

responsável pela visita e o seu acompanhamento. Neste período, devido a problemas operacionais advindos da falta de recursos para manutenção adequada do microônibus da UFMG, o programa de visitas técnicas teve sua interrupção. Entretanto, tal experiência, além de demonstrar uma outra forma de atuação dos alunos no contexto universitário, foi significativa na época para se programar as atividades extracurriculares do curso. Houve, também neste período, a mobilização dos alunos visando a criação da empresa júnior, que, embora não concretizada, reafirmava as novas metas do curso para englobar, mais efetivamente, a participação do aluno.

No período de 1995-1996, o DEQ/EE/UFMG juntamente com o CPGEQ/EE/UFMG implantaram a sua rede computacional, contando com cerca de cinquenta microcomputadores, distribuídos entre o Laboratório Computacional para os alunos de pós-graduação e graduação em Engenharia Química, a sala de estudo dos alunos da pós-graduação, os gabinetes dos professores e pesquisadores, as secretárias dos cursos de pós-graduação, de graduação e do departamento, os laboratórios de pesquisa e apoio, a sala de seminário e conferência. A troca de informações, interna e externa, processou-se, a partir de então, pelo uso do correio eletrônico. O sistema de INTERNET foi totalmente instalado, com acesso a todos os usuários da rede DEQ/EE/UFMG, quais sejam: alunos de pós-graduação, de graduação, professores, pesquisadores, funcionários. Registra-se que, em todos os momentos, os Cursos em Engenharia Química, Pós-Graduação e Graduação, trabalharam junto para se equiparem com os recursos computacionais. Além da aquisição de equipamentos de segurança para a rede (HUB e NO-BREAK), de equipamentos de suporte para elaboração e apresentação de trabalhos técnicos e científicos (“*scanner*” e projetor multimídia), foram selecionados e adquiridos *softwares* específicos na área de Engenharia e de Engenharia Química como pacotes matemáticos (MATHCAD 6.0; MAPPLE 5.0); compiladores de linguagem (FORTRAN POWER STATION e DELPHI); simuladores de processos (PROVISION 1.0 e WINGENS 3.0) e licença de uso do NOVELL 4.1. Estes *softwares* foram disponibilizados a toda comunidade de Engenharia Química do DEQ/EE/UFMG. Projetos de pesquisa foram submetidos a órgãos de fomento, visando a aquisição de uma estação de trabalho para implementação do ensino e pesquisa na área de Desenvolvimento e Otimização de Processos. A estação de trabalho não pôde ser concretizada devido aos cortes de verba destinados à pesquisa, mas obtiveram-se, com estes projetos, renovações de licenças e/ou aquisição de outros novos *softwares*, como o ASPEN e o STATISTCS.

A partir de 1994, foi realizada uma adequação curricular, tendo como objetivo principal uma diminuição significativa da carga horária total do curso das disciplinas do ciclo profissional, paralelamente a uma mudança metodológica, dando-se uma maior ênfase a atividades extracurriculares, sem prejuízo do nível teórico do curso [5].

No contexto nacional, havia, como uma das recomendações do IV ENBEQ [6], a de se reduzir a carga horária global dos Cursos de Engenharia Química para um número próximo do mínimo exigido pela legislação vigente. Tinha se verificado que a excessiva carga horária, na maioria dos Cursos de Engenharia Química, decorria de conteúdos repetitivos ministrado em sala de aula, prejudicando, em parte, a participação do aluno em atividades complementares (pesquisa bibliográfica, utilização de recursos computacionais, trabalhos experimentais suplementares, etc.), também de importância para a formação do profissional em Engenharia Química.

O CEQ/EE/UFMG junto com o DEQ/EE/UFMG entendiam que, embora existissem conteúdos repetitivos no curso, era essencial, para efetivar tal recomendação, oferecer, dentro de um planejamento adequado, atividades extracurriculares para os alunos. Esta oferta só poderia ser concretizada com a real disponibilidade de docentes qualificados para orientar os alunos em seus trabalhos extra-classe. Entretanto, no início de 1990, grande parte dos

docentes do DEQ/EE/UFMG tinha se titulado como mestre e se encontrava engajada em programa de doutorado. Portanto, neste período, uma redução brusca na carga horária do curso (por eliminação dos conteúdos repetitivos) poderia vir a inviabilizar a participação do aluno em atividades complementares à sua formação. Em 1994, elaborou-se um plano de redução gradual da carga horária do curso junto com o de incentivo às atividades extracurriculares dos alunos. Implantaram-se, então, de forma gradativa, o Programa Especial de Treinamento (PET) e o Programa de Aprimoramento Discente (PAD) em adição ao Programa de Iniciação Científica (PIC) e ao de Monitoria de Graduação, já oferecidos pelo DEQ/EE/UFMG aos alunos do CEQ/EE/UFMG. Nos anos que se seguiram, à medida que os mestres se qualificavam como doutores, estes eram engajados nos diversos Programas.

No início de 2001, contando com 20 docentes no DEQ/EE/UFMG, sendo 70% doutores contratados em regime de dedicação exclusiva e dois destes com pós-doutorado, o CEQ/EE/UFMG pôde-se completar o plano elaborado, reduzindo, em 2002, a carga horária total do curso para 3600 horas. Ressalte-se que a gradual redução na carga horária global do CEQ/EE/UFMG se processou com o devido cuidado, mantendo as proporções entre os conteúdos necessários para a formação de profissionais de alto nível e aqueles que caracterizam a especificidade do curso.

Com base nesses dados, verifica-se, então, que a redução de 14 % ocorrida na carga horária global do CEQ/EE/UFMG veio atender os objetivos propostos, quanto ao ensino dinâmico no contexto atual, e as recomendações do ENBEQ, minimizando os conteúdos repetitivos do currículo do curso, sem qualquer prejuízo dos seus conteúdos e de sua sistemática.

Nos anos subseqüentes foram realizados alguns ajustes curriculares, principalmente na área de “Projetos e Processos”, que resultaram em uma ligeira diminuição na carga horária, passando o curso a ter um total de 3540 horas.

No primeiro semestre de 1999, o CEQ/UFMG junto com o DEQ/EE/UFMG discutiram uma forma de alavancar a disciplina “Laboratório de Fenômenos e Operações”, que contava, então, com uma infra-estrutura deficiente e com um número reduzido de práticas. Assim, foi iniciado um trabalho pioneiro com os monitores de graduação, em que as monitorias das disciplinas ligadas às áreas de Fundamentos foram vinculadas ao Projeto de Reestruturação do Laboratório de Fenômenos e Operações. Nessa proposta, passou a ser exigido do aluno uma postura mais incisiva e criativa nesta disciplina, uma vez que este deveria não só trabalhar nos experimentos já montados, como também planejar e executar um novo experimento e propor um outro para o semestre posterior. Além disso, o CEQ/EE/UFMG apresentou à Pró-Reitoria de Graduação da UFMG (PROGRAD/UFMG), nesta mesma ocasião, um projeto para as disciplinas Laboratório de Fenômenos e Operações (LFO) e Laboratório de Operações e Processos (LOP), visando a aquisição de recursos para atender a sua demanda, permitindo que estas disciplinas começassem a ter uma infra-estrutura própria, sem a dependência dos projetos de pesquisa do DEQ/EE/UFMG. Dentre os aspectos positivos decorrentes dos recursos obtidos na PROGRAD/UFMG podem ser citados: a melhoria da infra-estrutura de ensino experimental do curso de graduação de engenharia química; a introdução de metodologias de ensino inovadoras também na disciplina LFO, que, até então, se restringia a práticas pré-estabelecidas, possibilitando a participação efetiva dos alunos na concepção, projeto, implementação e execução de novos experimentos e um aumento na integração graduação-indústria, pela viabilização de verbas na disciplina LOP para a busca de solução de problemas propostos pelo setor industrial [5].

Cumprе ressaltar, que está em andamento, com término previsto para o 1º semestre de 2008, uma nova reforma curricular do CEQ/EE/UFMG, com uma Comissão designada para

tal fim pelo Colegiado de Graduação do Curso, visando flexibilizar e verticalizar o currículo existente hoje [5].

Frente a essa evolução histórica do Curso de Engenharia Química da UFMG, pode-se concluir que a grande preocupação do DEQ/EE/UFMG foi e é de oferecer um curso de graduação de qualidade, compatível com as necessidades nacionais e regionais e com as perspectivas futuras da indústria química e setores correlatos. Esta preocupação se traduz, em cada um dos passos evolutivo do curso, na análise cuidadosa dos seus objetivos propostos e na avaliação permanente dos seus pontos ainda deficientes e conflitantes com tais objetivos. As metas geradas e as ações implementadas são inovadoras e, em sua maioria, pioneiras no país, mas diferindo entre si ao longo deste processo evolutivo. Esta sistematização, que é a alma da Engenharia Química, propicia o caráter dinâmico e criativo do curso.

O nível de ensino do curso pode ser avaliado pelo bom desempenho profissional de seus egressos, tanto em empresas regionais e nacionais, tais como: siderúrgicas (Usiminas, Acesita Açominas, MBR, Belgo Mineira, Mannesmann, Companhia Paraíbuna de Metais, Grupo Votarantin, etc.); empresas de tratamento de minérios, de fertilizantes, de refratários, de cimento e calcário (Vale do Rio Doce, Arafétil, Fosfértil, Magnesita, Itaú, Cauê, Grupo Holcim, Klabin, Ical, etc.); indústrias químicas e petroquímicas (Petrobrás, Rhodia, entre outras); papel e celulose (Aracruz, Cenibra, Ripasa, Bahia Sul, etc.); indústrias de alimentos e correlatas (Brahma, Itambé, Gessy, Ambev e Massas Orion, etc.); indústrias químicas e biológicas (Biobrás); empresas de fornecimento e planejamento energético (CEMIG, CDTN/CNEN) como em Programas de Pós-Graduação (em especial, UFMG-Metalurgia; COPPE/UFRJ, UNICAMP e UFSCar). Nos últimos anos, devido ao convênio de intercâmbio da CAPES (Graduação Sanduíche), os egressos do CEQ/EE/UFMG têm sido selecionados nos Programas de Pós-Graduação no exterior, principalmente na Alemanha. Alguns outros, principalmente os que participaram do intercâmbio, encontram-se engajados em programas de treinamento em empresas no exterior (França e Alemanha).

Comprova-se, então, que os objetivos do Curso de Engenharia Química da UFMG não são meros pontos identificados hoje no papel e sim o compromisso firmado com a sociedade para formar profissionais de qualidade, os quais atendam a demanda do país. Em momentos distintos da sua história, os docentes do DEQ/CEQ/EE/UFMG lideraram mudanças no ensino da Engenharia Química no país. É importante registrar que o DEQ/CEQ/EE/UFMG organizou o IV Encontro Brasileiro sobre o Ensino da Engenharia Química (IV ENBEQ), em 1991. E, mais do que isto, foi o responsável por recuperar a memória destes encontros, coletando dados e informações e editando, em 1992, os Anais do I, II, III e IV ENBEQ, em três volumes, hoje disponibilizados à comunidade.

## **2. CURRÍCULO DO CURSO**

### **2.1 – Currículo Pleno do Curso**

O currículo pleno do Curso de Graduação em Engenharia Química, conforme descrito na história evolutiva do curso, é semestral e se subdivide em Ciclo Básico (4 semestres) e Ciclo Profissional (6 semestres). A carga horária necessária para integralização é distribuída em Carga Mínima (1.950 horas) Carga Obrigatória (1.500 Horas) Optativas (90 Horas), totalizando 3.540 horas. A sua atual grade curricular encontra-se na Figura 2 e, na Tabela 2 Os departamentos envolvidos com o Curso e o percentual de carga horária relativo a cada departamento. Na Figura 3 apresenta-se a distribuição da carga horária do Ciclo Básico e do Ciclo Profissional segundo os diversos departamentos que atuam no CEQ/EE/UFMG. As

ementas das disciplinas encontram-se detalhados no Apêndice A.

Os ajustes desta grade, a partir de 1998, foram elevados devido às mudanças ocorridas nas disciplinas do Ciclo Básico (Física e Química Geral) e nas do Ciclo Profissional (ver Apêndice B). Entretanto, como a verticalização e a flexibilização do currículo exigem outras mudanças, o CEQ/EE/UFMG entendeu ser o momento de uma nova reforma curricular, tendo, como base, os objetivos do curso e, como ponto de partida, o perfil desejado do egresso. Criou-se, então, uma comissão, no âmbito do Colegiado de Curso, para estruturar a proposta de reforma. Esta comissão já avançou bastante as discussões sobre a reforma e pretende finalizar os trabalhos até o final do primeiro semestre de 2008.

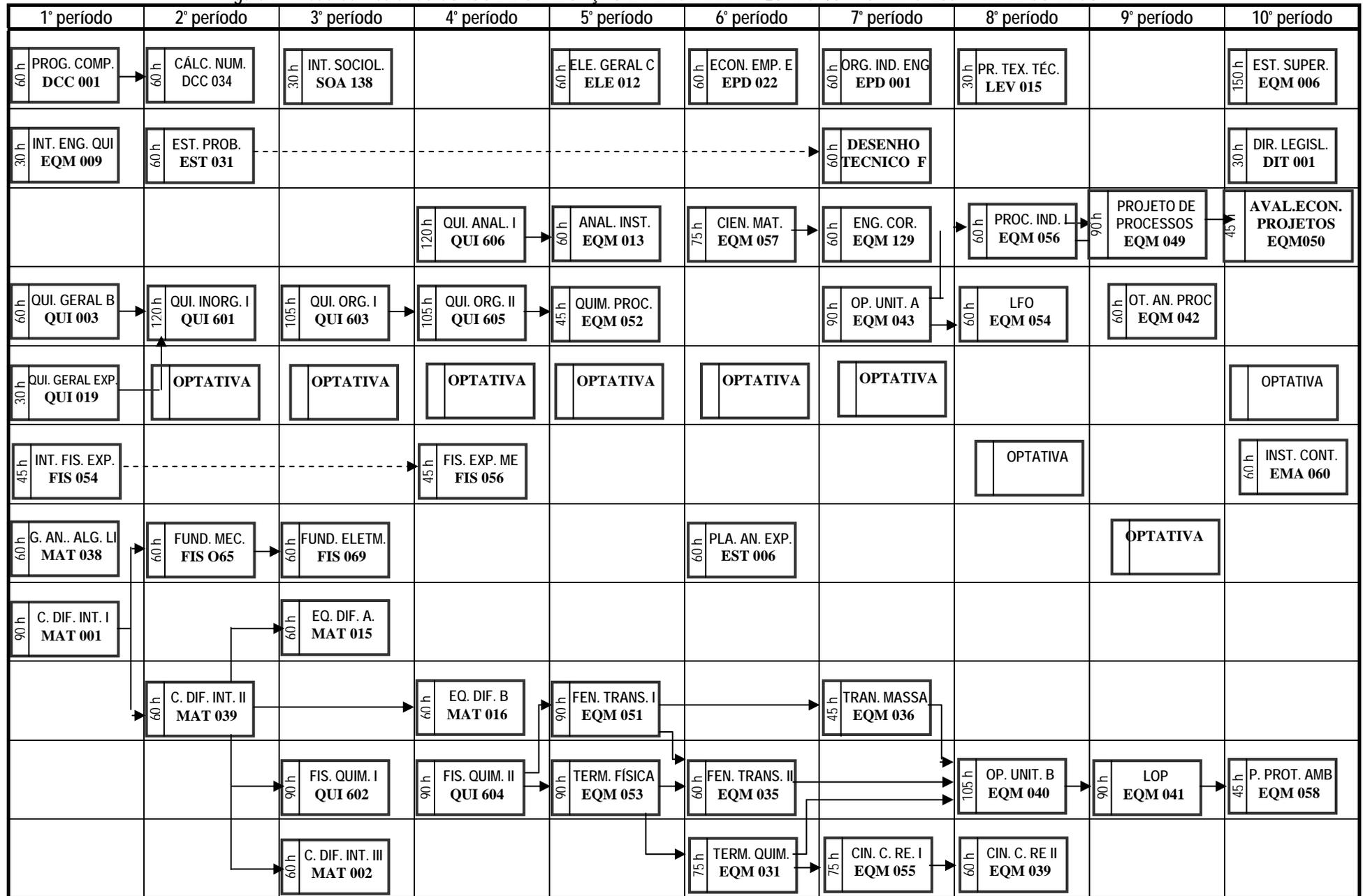
Em termos do atual currículo, a disciplina “Introdução à Engenharia Química” (1º período do Curso) interliga o Ciclo Básico ao Ciclo Profissional. Esta disciplina aborda o Curso de Engenharia Química em três contextos distintos: mercado de trabalho (enfocando o papel do profissional e seu campo de atuação); concepção e projeto do curso (fornecendo as interligações, informações e noções básicas sobre os fundamentos da Engenharia Química, as operações unitárias e seus equipamentos e o desenvolvimento de produto, processo e projeto); curso e a universidade (funcionamento do curso na universidade).

Como complemento, o Programa de Tutoria do CEQ/EE/UFMG, implantado no ano de 2002, veio aprofundar os temas abordados nessa disciplina. Esse programa objetivava orientar os alunos quanto a possíveis dúvidas sobre a estrutura do curso e seus objetivos; caminhos e opções para melhorar o seu desempenho e aprendizado; o funcionamento das normas acadêmicas; os direitos e os deveres do aluno; participação em programas acadêmicos e nas atividades extracurriculares oferecidas pela UFMG e pelo DEQ/EE/UFMG; atuação do profissional no mercado de trabalho; funcionamento da UFMG, dos departamentos vinculados diretamente ao curso, especialmente o DEQ/EE/UFMG e do próprio curso. Neste programa, o professor tutor, docente do DEQ/EE/UFMG, reunia-se mensalmente com seus alunos, no horário previsto pelo cronograma do curso. Esse Programa, na forma de sua concepção, não teve muito êxito pois, devido a uma excessiva carga horária nos 04 primeiros períodos e à distância física existente entre a Escola de Engenharia (situada no Centro da Cidade), onde os professores do DEQ ministram suas aulas, e o Instituto de Ciências Exatas (situado no Campus-Pampulha), onde os alunos têm as aulas do ciclo básico, os encontros semanais com os alunos iam se tornando cada vez menos frequentes ao longo do semestre, principalmente à partir do segundo período do aluno na Universidade. Em 2004 o Colegiado do Curso decidiu interromper esse programa e aguardar a transferência da Escola de Engenharia para o Campus-Pampulha, que se dará em 2008, para sua retomada.

No contexto atual da evolução do curso, considera-se deficiente a existência de apenas uma disciplina interligando o Ciclo Básico ao Profissional. Esse aspecto deve ser sanado com a nova reforma curricular que prevê a introdução de outras disciplinas, sob a responsabilidade do DEQ/EE/UFMG, no Ciclo Básico de maneira a abordar já nos primeiros períodos uma Introdução aos Processos Industriais elaborando balanços de massa e de energia e suas aplicações em etapas simples de processo.

Atualmente, para amenizar esta distância entre ciclo básico e ciclo profissional, tem sido oferecido aos alunos do ciclo básico algumas disciplinas optativas, com conteúdos relacionados ao ciclo profissional, ministradas por professores do DEQ, sendo que, em algumas delas as aulas são ministradas no próprio Instituto de Ciências Exatas.

Figura 2 – Rede Curricular do CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA QUÍMICA/UFMG – Ano 2007 – REDE CURRICULAR



Mínimo exigido: 90 h em optativas.

CICLO BÁSICO

CICLO PROFISSIONAL

**Tabela 2**

Departamentos envolvidos no Curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG:

SIGLA	DENOMINAÇÃO	Participação no Curso	
		CARGA HORÁRIA OBRIGATÓRIA (%)	NO. DE DISCIPLINAS OPTATIVAS
DCC	Ciência da Computação	3,3	-
DIT	Direito do Trabalho e Introdução ao Ensino de Direito	0,8	-
ESA	Engenharia Sanitária e Ambiental	-	3
EHR	Engenharia Hidráulica e Recursos Híbridos	-	1
EPD	Engenharia de Produção	3,3	4
ELE	Engenharia Elétrica	1,7	-
ELT	Engenharia Eletrônica	-	1
EMA	Engenharia Mecânica	1,7	5
EMT	Engenharia Metalúrgica	-	8
ENU	Engenharia Nuclear	-	2
EQM	Engenharia Química	45,0	11
EST	Estatística	3,3	1
FIS	Física	5,8	-
GEL	Geologia	-	1
LEV	Letras Vernáculas	0,8	-
MAT	Matemática	10,8	-
QUI	Química	20,0	3
SOA	Sociologia e Antropologia	0,8	-

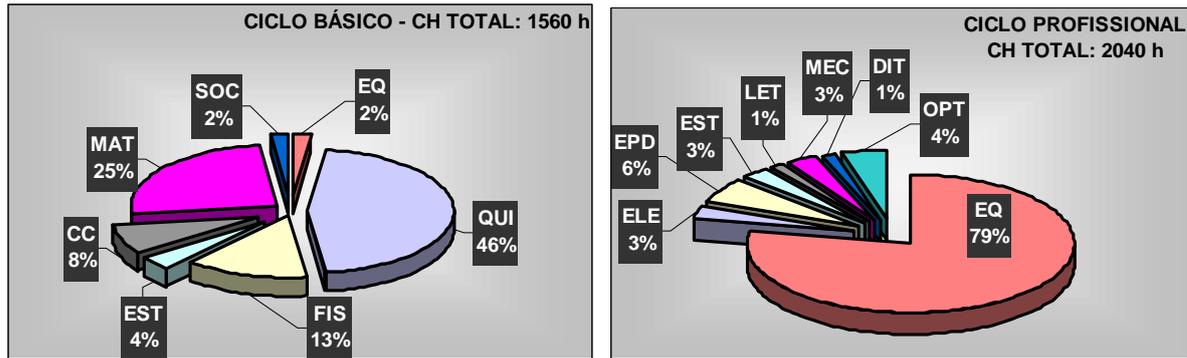


Figura 3 – Distribuição da carga horária do Ciclo Básico e do Ciclo Profissional segundo os diversos departamentos que atuam no CEQ/EE/UFMG.

Em 2003 foram feitos alguns ajustes curriculares com uma reformulação completa na área de Processos e Projetos, envolvendo as disciplinas Processos Industriais I (60 horas), Processos Industriais II (60 horas), Projetos Industriais I (60 horas) e Projetos Industriais II (45 horas). As disciplinas Processos II e Projetos I foram substituídas por uma nova disciplina (Projeto de Processos, com 90 horas) e a disciplina Projetos Industriais II (60 horas) foi substituída pela disciplina Avaliação Econômica de Projetos (45 horas). A área de Termodinâmica, que inclui 4 disciplinas, perfazendo um total de 345 horas, deverá ser estruturada em 3 disciplinas, com uma carga total de, no máximo, 270 horas, conforme a análise dos docentes responsáveis por essa área. Avaliações similares estão em andamento, envolvendo os professores de Química Básica e Matemática. Já foi acertado com o Departamento de Estatística, mudanças na disposição de suas disciplinas na nova grade curricular que está sendo proposta. Foi, também, aprovada, pelo Colegiado do Curso, a inclusão de atividades extracurriculares, como estágios, Iniciação Científica, apresentação de trabalhos em congressos, entre outras, como parte integrante do currículo, desde que devidamente avaliadas e aprovadas pelo referido Colegiado. Isto representa um incentivo à realização dessas atividades, indo ao encontro às sugestões das Diretrizes Curriculares e do projeto de Flexibilização Curricular em curso na UFMG. Novas disciplinas optativas já estão sendo oferecidas sob a forma de Tópicos Especiais em Engenharia Química [5].

A carga horária prática do curso, no Ciclo Profissional, caracteriza-se por 26 % em aulas de exercícios, seminários, grupos de discussão de problemas, GDP's que, de suma importância na formação do aluno, consolidam seus conhecimentos teóricos. A carga horária prática referente ao ensino experimental não excede hoje a 11 % da carga total no Ciclo Profissional. Portanto, uma das metas do CEQ/EE/UFMG, ao longo destes últimos anos, foi estruturar melhor o ensino experimental, visando sanar essa deficiência. A infra-estrutura disponível no DEQ/EE/UFMG é ainda insuficiente para atender à formação experimental dos alunos, em termos do padrão desejado. O DEQ/EE/UFMG conta com poucos laboratórios voltados exclusivamente para o ensino de graduação, limitando-se ao Laboratório de Operações Unitárias Mecânicas (inserido na disciplina Operações Unitárias A), ao Laboratório de Análise Instrumental e ao Laboratório de Fundamentos, para a disciplina Laboratório de Fenômenos e Operações. A disciplina Laboratório de Operações e Processos funciona nos laboratórios de pesquisa. Como ação, elaborou-se um projeto para implantar, no curso, o Laboratório de Ensino Experimental em Engenharia Química, o qual virá fortalecer as práticas e disciplinas experimentais, existentes hoje no currículo, complementando o desenvolvimento do aluno em algumas das habilidades e competências estabelecidas pelas Diretrizes Curriculares, tais como: projetar, supervisionar, elaborar e coordenar experimentos

e interpretar resultados; identificar, formular e resolver problemas de engenharia; desenvolver e/ou utilizar novas ferramentas e técnicas; supervisionar a operação e a manutenção de sistemas; avaliar criticamente a ordem de grandeza e significância de resultados numéricos; e, ainda, obter uma progressiva autonomia intelectual. Neste laboratório, que deverá ser constituído pelos diferentes equipamentos que compõem um dado processo, as medições, a formulação dos experimentos e o seu desenvolvimento serão de responsabilidade de grupos de alunos, supervisionados por professores [5].

Retomando a idéia dos mini-projetos, lançada pelos próprios docentes do DEQ/EE/UFMG em 1990, pretende-se também com esse laboratório, já em um novo contexto do curso, viabilizar sistemas computacionais para a aquisição de dados e controle das variáveis em linha, visando integrar, não só, as disciplinas sob a responsabilidade do DEQ/EE/UFMG, mas outras sob a responsabilidade dos demais Departamentos envolvidos no curso, especialmente a de “Instrumentação e Controle” e a optativa na área de Automação e Controle. Iniciando com esta interdisciplinaridade, o projeto deste laboratório vai além, propondo a sua integração dos cursos de graduação com outros da UFMG, de forma que os alunos de Engenharia Química possam vir a trabalhar com os de outros cursos, na busca, seleção e desenvolvimento de análises químicas e métodos instrumentais; no planejamento de experimentos e análise de erros; na especificação e desenvolvimento de sistema de automação e controle e de sistema de instrumentação. A metodologia a ser implantada, inovadora no ensino experimental da Engenharia Química, encontra-se detalhada no projeto submetido à PROGRAD/UFMG [5].

Outro aspecto que merece igual atenção é a utilização dos recursos computacionais como ferramenta indispensável na análise, simulação e otimização de processos e no desenvolvimento de rotas de novos produtos. A disciplina “Otimização e Análise de Processos” foi reestruturada para incluir novas técnicas de simulação e otimização de processos e integrada com as disciplinas de Projetos (Projeto de Processos e Análise Econômica de Processos) visando melhor equacionar a função objetiva e as rotas de novos produtos.

O currículo padrão do curso é dimensionado para integralização em 10 semestres e o tempo médio de integralização está entre 10 e 11 semestres, o que representa um indicador positivo, implicando em um baixo índice de retenção. Tal índice é maior no Ciclo Básico, sendo, em média, de 14 % nos últimos 4 anos.

Os índices de evasão são também baixos (2% nos últimos 2anos), com o curso diplomando, em média, cerca de 90 % dos alunos que ingressam. Estes dados (baixa retenção e baixa evasão) indicam que não há necessidade de um mecanismo de ajuste ou mesmo de nivelamento dos alunos que ingressam no curso (fato este confirmado pelas comissões que avaliaram as condições de oferta do CEQ/EE/UFMG nos anos 1998, SeSu/MEC e 1999, PAIUB e 2002 INEP/SESu/MEC Renovação de Reconhecimento do Curso).

## **2.2 – Trabalho de Conclusão do Curso (TCC)**

O Trabalho de Conclusão do Curso, realizado por meio da disciplina Laboratório de Operações e Processos, tem como foco desenvolver no aluno o conceito de metodologia científica, a partir de sua própria vivência. Em grupos reduzidos, de, em média, 5 alunos, eles passam por todas as etapas de um trabalho científico: revisão bibliográfica, definição da metodologia a ser adotada, realização de experimentos, análise de resultados e elaboração de um relatório final, e trabalham na solução de diversos problemas frequentes na indústria ou

em trabalhos de pesquisa, **frente aos quais eles precisam se posicionar, se aprofundar e propor soluções.** Isso, sem dúvida, propicia um maior intercâmbio da Escola e dos alunos com a própria indústria e, em vários casos, com os alunos de cursos de pós-graduação uma vez que alguns dos trabalhos, quando continuados, originaram dissertações de mestrado.

Através do desenvolvimento experimental de etapas de um processo industrial em escala de laboratório, esta disciplina propõe, a partir da própria vivência dos alunos, sistematizar a busca e a organização de informações, assim como, a análise, a concepção e a execução de processos. Os grupos de alunos passam por todas as etapas de um trabalho teórico experimental no âmbito da Ciência de Engenharia, quais sejam: revisão bibliográfica, contextualização do problema a ser analisado na sistemática do processo, definição das variáveis de projeto e de operação, identificação das variáveis a serem estudadas, elaboração da metodologia a ser adotada em escala de laboratório, planejamento e realização de experimentos, análise dos resultados e elaboração de um relatório final. Uma banca, composta pelo professor orientador, um professor do DEQ/EE/UFMG e um membro externo ao DEQ/EE/UFMG avalia o relatório final em conjunto com a apresentação e defesa do trabalho pelo grupo de alunos.

Esta disciplina tem desempenhado um papel de grande relevância na consolidação dos conhecimentos adquiridos pelos alunos e no seu amadurecimento e é um dos grandes saltos do CEQ/EE/UFMG na área experimental, servindo, inclusive, de modelo para cursos de Engenharia Química de diferentes pontos do país.

### 2.3 – Estágio Curricular

O Estágio Curricular é conceituado (de acordo com o Art. 1<sup>o</sup> da RESOLUÇÃO N<sup>o</sup> 06/2005, de 09 E JUNHO E 2005) como atividade acadêmica curricular, obrigatória ou não, como Ato educativo, destinada à complementação da aprendizagem do graduando, realizada em um campo específico de trabalho, sob a responsabilidade de um Professor Orientador e com acompanhamento de Supervisor designado pelo Campo de Estágio.

Em consonância com a Resolução acima citada, que dispõe sobre os estágios acadêmicos de estudantes matriculados nos Cursos de Graduação e da Educação Básica e Profissional da UFMG, o Curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG estabeleceu um número mínimo de 160 horas de atividades em Estágio Curricular, para integralização do Curso.

Para efeito de integralização os alunos devem se matricular na disciplina Estágio Supervisionado (disciplina do 10<sup>o</sup> período do Curso), que contabilizará 10 créditos em sua grade curricular, correspondendo a 150 horas.

Após amplas discussões realizadas pelo corpo docente do DEQ foram estabelecidos alguns princípios para supervisão e avaliação dos Estágios, no contexto da disciplina Estágio Supervisionado:

(a) Os alunos matriculados na disciplina deverão informar ao Coordenador da disciplina e ao Colegiado, até uma data pré-estabelecida, nome da empresa, o nome de seu supervisor no Campo de Estágio, endereço, e-mail e telefone de contato; (b) O Colegiado deverá solicitar à chefia do Departamento a indicação de um Professor Supervisor para orientação do aluno; (c) O aluno deverá apresentar ao seu Professor Orientador o Plano de Estágio, previamente elaborado, sob a orientação de seu Supervisor no Campo de Estágio; (d) Serão agendadas reuniões, ao longo do semestre, entre o aluno o Professor Orientador para acompanhamento das atividades realizadas no estágio. (e) Ao final do semestre o aluno deverá apresentar ao

Professor Orientador um relatório, contendo Introdução (contextualização da disciplina, da empresa, do trabalho e atividades desenvolvidas), Objetivos, Metodologia, Resultados do desenvolvimento do Trabalho, Conclusões (relativas ao trabalho desenvolvido e à contribuição da disciplina na formação profissional) e Referências utilizadas. (f) O aluno deverá apresentar seu trabalho, na forma de pôster, para a comunidade do DEQ, que será avaliado por um professor do DEQ, indicado pelo coordenador da disciplina. (g) O desempenho do aluno será avaliado em 100 pontos, distribuídos da seguinte maneira: relatório, avaliação do Professor Orientador, de acordo com a participação nas reuniões e discussões, avaliação da apresentação do Trabalho e cumprimento das atividades propostas.

Espera-se com essas ações assegurar uma boa interação entre teoria e prática, em situações reais vivenciadas pelo estudante, visando seu aprimoramento profissional e desenvolvimento da prática de cidadania.

## **2.4 – Atividades Complementares**

Foi aprovada pelo Colegiado do Curso, a inclusão de atividades extracurriculares, como estágios não obrigatórios, Iniciação Científica, apresentação de trabalhos em congressos, entre outras, como parte integrante do currículo, desde que devidamente avaliadas e aprovadas pelo referido Colegiado. Isto representa um incentivo à realização dessas atividades, indo ao encontro às sugestões das Diretrizes Curriculares e do projeto de Flexibilização Curricular em curso na UFMG. Entretanto, apesar da importância destas atividades para a complementação da formação do aluno, elas não são contabilizadas no currículo atual para integralização do curso. Na reforma curricular, em andamento, serão previstos créditos com correspondentes cargas horárias para esse tipo de atividade, que passarão a fazer parte da carga horária necessária para integralização.

## **2.5 – Avaliação do Processo de Ensino-Aprendizagem**

As formas de avaliação do processo ensino-aprendizagem adotadas pelos professores que ministram aulas no Curso são bastante diversificadas e dependem, muitas vezes, do caráter da disciplina.

No ciclo básico predominam as provas e os relatórios de aulas práticas. Já no ciclo profissional, além das provas formais, o aluno é continuamente avaliado, por meio de grupos de discussão, realização de trabalhos individual e em grupo, resolução de problemas dentro e fora da sala de aula, elaboração de projetos e apresentação de seminários, quando são observados, além dos conhecimentos dos fundamentos e da teoria das disciplinas, a postura do aluno frente aos problemas apresentados, a sua capacidade de análise crítica, capacidade de desenvolvimento de raciocínio, equacionamento e resolução de problemas, assim como, da sua visão crítica e analítica dos aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais dos problemas a serem solucionados.

Tem sido dada uma maior ênfase na abordagem pedagógica que enfatiza o papel do professor-orientador. Além disso, têm sido criadas condições para a realização de práticas onde o aluno formule, resolva e analise o seu próprio problema.

Ao longo do semestre são distribuídos 100 pontos em cada disciplina e o aluno deve alcançar uma nota mínima igual a 60 pontos. Ressalte-se que os alunos do curso de Engenharia Química, em sua grande maioria, alcançam médias acima de 75%, percentual

considerado muito bom frente a maior parte dos cursos de Engenharia da UFMG.

### **3. AVALIAÇÃO DO PROJETO DO CURSO**

#### **3.1 – Sistema de Avaliação do Projeto do Curso**

Alguns dos indicadores de desempenho são os resultados obtidos nos Exames Nacionais de Cursos. O Curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG foi um dos 6 cursos que obtiveram o conceito “5” dentre os 41 avaliados pelo ENADE em 2005, e obteve conceitos A ou B nos vários exames do provão a que foi submetido (“A” em 2003 e 2002, “B” em 2001, 2000 e 1999 e conceito “A” em 1997

O curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG é continuamente avaliado, utilizando-se, para tal, dados referentes às avaliações interna e externa do curso e à avaliação discente, de forma a subsidiar a proposição das suas metas e ações ao longo do seu processo evolutivo.

O Curso de Graduação em Engenharia Química da UFMG passou por três avaliações externas, nos últimos 10 anos, com avaliações muito positivas, no entanto, foram ressaltados alguns pontos de grande relevância que, na medida do possível, estão sendo contemplados na reforma curricular em andamento, que tem como objetivo central obter um currículo mais flexível e promover a integração dos ciclos básico e profissionalizante, o que se traduz em uma maior verticalização do currículo do curso.

Como esperado, pela própria história e evolução do curso, as avaliações apontaram, como aspectos positivos, a proposta do CEQ/EE/UFMG, seus objetivos e a adequada formação do profissional, frente às demandas do país. Ressaltaram, também, o esforço que o CEQ/EE/UFMG vem despendendo, nestes últimos anos, para alavancar o ensino experimental no seu Ciclo Profissional.

Quanto às recomendações, algumas já foram atendidas, quais sejam: a redução da carga horária do Ciclo Básico e uma primeira reestruturação na disciplina de Química Geral; ampliação do ensino experimental ao que tange ao Laboratório de Fenômenos e Operações e ao Laboratório de Operações Unitárias A (no qual as práticas tornaram-se mais criativas e sendo montadas e executadas por grupos de alunos). Entretanto, ainda, faltam as montagens concernentes aos reatores químicos; aumento no oferecimento de disciplinas optativas por docentes do DEQ/EE/UFMG; aumento e atualização do acervo da biblioteca setorial em títulos, diretamente voltados para a graduação em Engenharia Química, em decorrência, da captação de recursos, pelo CEQ/EE/UFMG, nos Projeto Livro-Texto da EE/UFMG e da PROGRAD; viabilização do apoio institucional aos alunos do curso quanto à captação de estágios, visitas técnicas e intercâmbio com a empresa pela criação da Central de Interação Empresa – Escola de Engenharia da UFMG, já implantada e em fase de consolidação; mudanças na supervisão do estágio curricular através de discussões com os supervisores e um maior acompanhamento das atividades realizadas no estágio.

Questões como integração do Ciclo Básico com o Profissional pela inserção de um número maior de disciplinas do curso no Ciclo Básico; melhor verticalização do currículo do curso; reformulação do conteúdo de disciplinas específicas, etc. estão já contempladas na reforma curricular, em andamento.

Cabe, portanto, destacar as metas do CEQ/UFMG para os próximos 2 (dois) anos:

- Retomar o Programa de Tutoria;
- Efetuar a reforma curricular,
- Estimular e fomentar a utilização de recursos computacionais nas disciplinas do curso.

### 3.2 – Exame Nacional do Curso

O CEQ/EE/UFMG foi bem avaliado no Exame Nacional de Cursos, obtendo o conceito “A” em 1997 e o conceito “B”, nos anos subsequentes. No ano de 1998, por mandato judicial requerido pela representação estudantil, não foi possível a realização do ENC em Belo Horizonte e o CEQ/EE/UFMG ficou, neste ano, sem conceito (SC). A Figura 4 comprova que o CEQ/EE/UFMG situa-se entre os 15 melhores dos 50 Cursos de Graduação em Engenharia Química existentes no país.

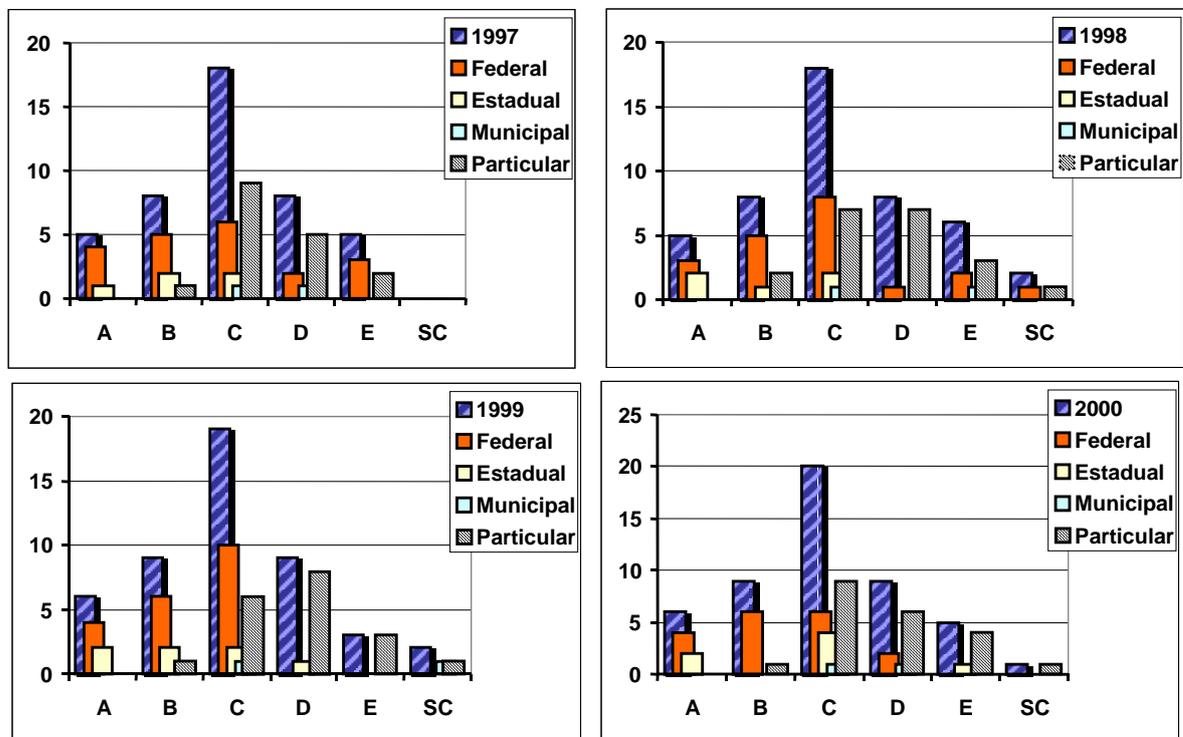


Figura 4 – Evolução dos conceitos dos Cursos de Graduação em Engenharia Química quanto ao desempenho no ENC-EQ no país, representado na legenda pelo ano e por categorias administrativas das IES-EQ. (Obs.: SC – sem conceito representando as IES-EQ que tiveram um ou nenhum graduando presente no exame ou que, por algum problema operacional, não ocorreu a aplicação do exame) [7].

Visando levantar os problemas enfrentados por seus alunos nos ENC-EQ, de forma a subsidiar as mudanças curriculares e as próximas metas do CEQ/EE/UFMG, efetuou-se uma análise das questões discursivas dos ENC frente às médias dos seus alunos e aos conteúdos e habilidades abordados. Tal análise evidenciou algumas tendências quanto à necessidade de melhor implementar a medição e o controle das variáveis em suas aplicações nas operações e processos. Fato este que corrobora a ação já iniciada de se fortalecer o ensino experimental no CEQ/EE/UFMG. Como ação a curto prazo alterou-se a abordagem do conteúdo da disciplina

“Instrumentação e Controle” com um enfoque maior na sua aplicação em operações e processos da Engenharia Química, incluindo, inclusive, a maior utilização de *softwares*, como o MATHLAB, para a resolução dos problemas específicos voltados à Engenharia Química. Uma análise do corpo discente quanto à nova abordagem servirá de subsídios para a análise desta disciplina na nova proposta do currículo.

Foram analisadas também as respostas dos graduando quanto às impressões sobre a prova. Destaca-se que, no ENC-99, os graduandos do CEQ/EE/UFMG, em concordância com a grande maioria dos graduandos em Engenharia Química do país, consideraram o tempo da prova insuficiente para seu bom desempenho e apontaram, como problema enfrentado, o conteúdo estudado há muito tempo. Embora, no exame de 99, o tempo possa ter influenciado o tipo de problema enfrentado pelos graduandos, as discussões ocorridas nos ENBEQs anteriores já evidenciavam problemas, na maioria dos Cursos de Graduação em Engenharia Química, quanto à integração dos conteúdos das diversas disciplinas do curso. Ressalte-se que a nova reforma curricular do CEQ/EE/UFMG atenta para este tipo de problema. Entretanto, ao se analisar as respostas dos graduandos do CEQ/UFMG às questões da prova nos diversos exames pôde-se inferir que os conteúdos de fundamentos, principalmente os relacionados à físico-química, cinética e aos balanços de massa e energia, estavam sendo bem equacionados em suas aplicações a processos. Possivelmente, o real problema, apontados nos ENCs de 2000 e de 2001, é a forma de abordagem do conteúdo (“diferente daquela a que estou habilitado”). Este tipo de resposta requer uma análise mais profunda, pois existem, pelo menos, duas causas distintas inseridas nesta resposta. A primeira condiz com a própria evolução do aluno, que ao final do curso, deve estar habilitado a analisar um conteúdo teórico dentro de uma visão mais ampla de processos, projetos e produtos. Tal aluno, ao se deparar com uma questão que não lhe propicie este tipo de análise, pode ser induzido a optar por esta resposta. Algumas das questões dos ENC de 1997 a 2001 (principalmente aquelas que geraram as menores notas absolutas) foram formuladas sem o vínculo com este tipo de análise. A segunda causa, mais séria, está ligada ao aprendizado do aluno que, por não ter consolidado seus conhecimentos, não há como responder a uma questão formulada em uma abordagem diferente daquela vista em seu curso. O ENC-2002 que, diferente dos demais, vincula as questões de conteúdo básico a problemas mais concretos (ressalte-se que nestas questões verifica-se o mesmo conteúdo dos exames anteriores, mas num contexto mais analítico de desenvolvimento de processos) fornecerá maiores subsídios para verificar a real causa do problema de abordagem do conteúdo.

Embora se deva realizar uma análise mais profunda do tipo de problema enfrentado pelos graduando, é fato, já discutido nos ENBEQ's, a necessidade de viabilizar uma maior integração dos conteúdos (entre as disciplinas e entre os diversos períodos) nos cursos de Engenharia Química do país. Algumas experiências realizadas em outros cursos apontam que a mudança do regime semestral para o anual é um dos possíveis mecanismos para viabilizar esta maior integração de conteúdos. A melhoria do um ensino experimental é outro mecanismo viável para promover tal integração. A implementação do “Laboratório de Ensino Experimental em Engenharia Química” no CEQ/EE/UFMG juntamente com a maior verticalização do currículo do curso viabilizarão esta maior integração de conteúdos.

### **3.3 – Avaliação do Corpo Discente**

No CEQ/EE/UFMG, existe uma maior interação entre os alunos e os docentes do DEQ/EE/UFMG, principalmente devido à própria metodologia de ensino utilizada, a qual abrange técnicas de dinâmica de grupo, as discussões e seminários, a construção do trabalho experimental, etc. Esta participação efetiva dos alunos no curso propicia, ao aluno, a análise e

avaliação constante da disciplina e do curso.

Foi organizado e implementado pelo Colegiado de Curso, no passado, grupos de representação dos alunos do CEQ/EE/UFMG para discussão de assuntos de interesse. Cada turma tem três representantes que se organizam nas seguintes áreas: acadêmica, social e assuntos externos. Os representantes da área acadêmica são responsáveis pelo levantamento e acompanhamento permanente, dentro de sua turma, de questões relativas ao curso, dentre elas, conteúdo das disciplinas, problemas de infra-estrutura, de aprendizado e relativos aos professores. Os representantes da área social são responsáveis por atividades que visem a integração dos alunos dentro de sua turma, de seu período com os demais e com o DEQ/EE/UFMG. Os representantes para assuntos externos são os responsáveis pelo contato e divulgação de assuntos ligados à Engenharia Química, fora da Universidade, como visitas, possibilidade de estágios, divulgação de cooperação internacional, contato com ex-alunos, tendo como objetivo promover uma maior aproximação do DEQ/EE/UFMG com as empresas e, finalmente a formação e a criação da Empresa-Júnior. Em cada um dos grupos, há o coordenador eleito entre os demais representantes. Estes coordenadores reúnem em Comissão Central, com o presidente dos Grêmios e um professor do DEQ/EE/UFMG para encaminharem ao DEQ/EE/UFMG e ao Colegiado de Curso as questões a eles pertinentes. Espera-se, com esta organização, aprimorar o fluxo de informações entre os diferentes grupos que constituem a comunidade de Engenharia Química, agilizar a solução de problemas concernentes a cada setor envolvido e criar uma metodologia de análise e avaliação periódica, por parte dos alunos, do curso de Engenharia Química. Os resultados desta proposta já implementada deverão ser analisados no decorrer deste ano.

É importante registrar que a UFMG, sempre preocupada com o seu papel na formação do aluno em suas diversas áreas, já implantou um sistema único de avaliação discente. Os alunos, antes de renovarem sua matrícula semestral, devem responder o questionário de avaliação das disciplinas cursadas no semestre anterior. Este questionário, disponibilizado *on line*, aborda diferentes aspectos a serem avaliados sobre a disciplina e o professor que a ministra (ver Tabela 2). As respostas dos alunos são compiladas por disciplina e semestre, pelo sistema de dados da PROGRAD/UFMG e disponibilizadas ao professor e ao Colegiado de Curso. Entretanto, os comentários e observações dos alunos ainda não são repassados aos professores. Este questionário, implantado em fase experimental, está sendo reavaliado pela PROGRAD/UFMG.

No âmbito nacional, existe o questionário pesquisa do ENC, com questões gerais e específicas relativas ao perfil do graduando; o uso da informática (no caso o microcomputador); análise das condições da instituição onde está concluindo o curso de graduação; avaliação do currículo e do trabalho dos docentes do curso; maiores contribuições do curso; perguntas específicas para os graduandos de Engenharia Química (laboratórios; instalações físicas; abordagem de tópicos específicos); perspectivas futuras. Este questionário sofreu algumas alterações ao longo dos primeiros anos de implantação do ENC que, cuidadosamente estudadas pela equipe de especialistas do INEP/MEC, possibilitaram uma maior clareza nas opções de resposta dos graduandos.

### **3.3.1 – Questionário interno de avaliação das disciplinas**

Uma Comissão, designada pelo Colegiado do Curso, foi encarregada para elaborar um relatório minucioso e crítico das avaliações discentes realizadas nos últimos anos na UFMG, visando subsidiar os docentes no seu trabalho de auto-avaliação. Entretanto, esta comissão verificou que, da forma na qual as perguntas são formuladas, não se pode, no contexto atual do curso, obter resultados estatísticos mais conclusivos.

Neste questionário, o aluno tem como opção de resposta, numa escala de 4, o grau “Muito Bom” ao “Muito Ruim” a perguntas que merecem, às vezes, outro tipo de resposta, como visto na Tabela 3.

Observou-se que a maioria dos alunos do curso opta por uma resposta “Bom” e como, ainda, não se tem acesso às observações específica dos mesmos, as informações ficam niveladas. No âmbito destas opções, o curso tem sido avaliado pelos discentes como “Bom” a “Muito Bom”. As poucas disciplinas que apresentaram um conceito médio abaixo do “Bom” foram reavaliadas pelo CEQ/EE/UFMG junto com o docente responsável e, quando necessário, com os alunos. Detectaram-se os problemas existentes, resultando em nova formulação de conteúdo e/ou de abordagem e, em caso extremo, em mudança do professor da disciplina.

Embora tenham sido poucos os casos críticos (três no máximo), notou-se que, após a reformulação das disciplinas críticas, houve uma melhora nas respostas do aluno e uma maior frequência do acompanhamento dessas avaliações pelo próprios docentes. Estes, ao detectarem algum problema apontado pelas respostas do aluno, já buscam soluções para eliminá-lo no semestre subsequente. Esta auto-avaliação contínua e sequencial tem sido o ponto mais positivo desta avaliação discente interna. No entanto, principalmente para o CEQ/EE/UFMG, há necessidade de repensar nas formulações de algumas questões postas neste questionário para se conseguir informações mais concretas desta avaliação discente. A comissão responsável deve redigir um documento à PROGRAD/UFMG para subsidiar à reformulação deste questionário interno.

Tabela 3 – Tópicos abordados no formulário de avaliação discente das disciplinas ministradas na UFMG.

<b>Quanto à disciplina</b>	
01 - Clareza dos objetivos	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
02 - Conteúdo programático	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
03 - Adequação da carga horária teórica ao conteúdo programático	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
04 - Adequação da carga horária prática ao conteúdo programático	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
05 - Condições físicas de laboratórios e/ou ambientes especiais	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
06 - Equipamentos e material didático nas aulas teóricas	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
07 - Disponibilidade de equipamento e material de ensino nas atividades práticas	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
08 - Condições da prática clínica	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
09 - Pessoal Técnico de laboratórios e/ou ambientes especiais	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
10 - Bibliografia indicada	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
<b>Quanto ao Professor da disciplina</b>	
11 - Domínio do conteúdo programático	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
12 - Capacidade de transmissão dos conhecimentos	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
13 - Preocupação com a aprendizagem	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
14 - Métodos didáticos empregados	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
15 - Uso de meios de ensino à distância	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
16 - Processos de avaliação da aprendizagem	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
17 - Cumprimento do programa proposto	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
18 - Relacionamento com os alunos	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
19 - Disponibilidade fora da sala de aula	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
20 - Presença (assiduidade)	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA

21 – Pontualidade	Opções de resposta: MB; B; R; MR e NA
<b>Quanto ao aluno</b>	
22 - Interesse pela disciplina	Opções de resposta: MG; G; P; MP
23 - Conhecimento anterior	Opções de resposta: MG; G; P; MP
24 - Aprendizado na disciplina	Opções de resposta: MG; G; P; MP
25 - Grau de dificuldade	Opções de resposta: MG; G; P; MP
26 - Horas dedicadas ao estudo fora da sala, por semana	Opções: < 1 h, entre 1,1 e 2 horas; entre 2,1 e 4 h; > 4 h
<b>Informações mais gerais</b>	
27 - A disciplina motiva à procura de novos conhecimentos	Opções de resposta: Sim (S) e Não (N)
28 - A disciplina fornece conhecimentos relevantes para o curso	Opções de resposta: Sim (S) e Não (N)
29 - Recomendariam a um colega fazer a disciplina com o mesmo professor	Opções de resposta: Sim (S) e Não (N)

Obs.: MB – muito bom; B – bom; R – ruim; MR – muito ruim; NA – não se aplica; MG – muito grande; G – grande; P – pequeno; MP – muito pequeno.

### 3.3.2 - Questionário Pesquisa do ENC

No início de 2002, realizou-se a compilação das respostas dos graduandos do CEQ/EE/UFMG e dos graduando de Engenharia Química do Brasil ao questionário pesquisa do ENC.

Devido ao questionamento, por parte de alguns docentes do DEQ/EE/UFMG, quanto à validade das respostas dos graduandos nesse tipo de questionário pesquisa, procurou-se, nesta compilação, verificar, sempre que possível, os dados levantados com as informações reportadas pela UFMG, quando do ingresso desses alunos. Para as turmas de alunos que ingressaram em 1994 a 1996, as quais correspondem às turmas de graduandos de 1997 a 2001, conseguiu-se realizar uma comparação de respostas, conforme visto na Figura 5. Tais dados demonstram que as respostas dos alunos às questões de cunho imutável comuns aos dois questionários (R1; R3 e R4) são as mesmas, a menos do desvio relativo das duas populações analisadas (12 % correspondendo, em média, a soma do percentual de evasão e de retenção dos alunos no curso, no período de cinco anos). Isto vem validar as informações fornecidas pelos graduandos do CEQ/EE/UFMG sobre o seu perfil neste questionário pesquisa do ENC/INEP/MEC e, portanto, responder as dúvidas iniciais de alguns dos docentes do DEQ/EE/UFMG. Além disso, as questões R2; R5 e R6 apontam as mudanças ocorridas como os alunos ao longo dos cinco anos de curso. Estes encontram-se mais envolvidos com o mercado de trabalho; continuam lendo ocasionalmente jornais e utilizam mais a TV como principal meio de informação. Ressalte-se que a comunicação visual e virtual é um dos pontos característicos desta nova geração de alunos do CEQ/EE/UFMG.

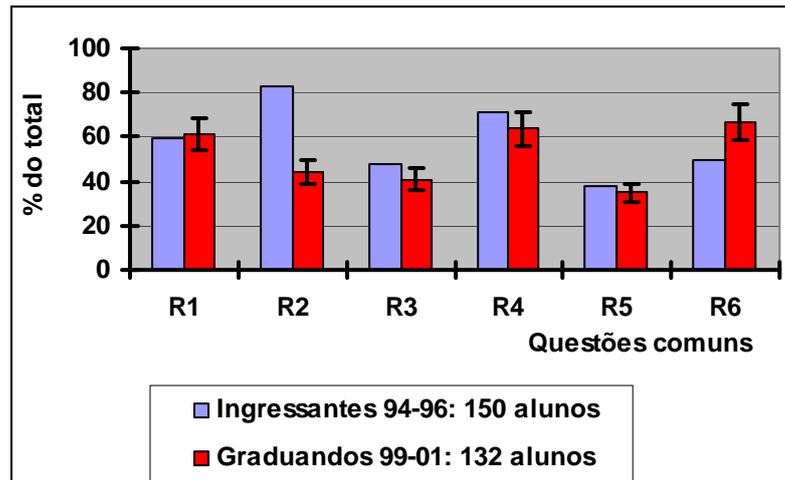


Figura 5 - Média percentual dos alunos ingressantes (anos 1994 a 1996) ou dos graduandos (anos 1999 a 2001) às seis questões comuns ao QSEC-UFMG (Vestibular) e ao QP-ENC/INEP/MEC:

R1 – Salário familiar entre 3 a 20 salários mínimos;

R2 – Sem trabalho remunerado (não inclui estágios para os graduandos);

R3 – Pais (pai e mãe) têm ensino superior (completo ou incompleto);

R4 – Ensino médio cursado em escola particular (completo ou a maior parte);

R5 – Lê raramente ou ocasionalmente jornal;

R6 – Fonte de informação principal: TV.

(Obs.: barra do desvio corresponde ao percentual da diferença entre as duas populações analisadas; QSEC – questionário sócio econômico cultural dos alunos que ingressam na UFMG; QP – questionário pesquisa dos graduandos do curso no ENC).

A partir da análise dos dados levantados, algumas considerações e tendências podem ser observadas, quais sejam:

- a população dos graduandos de Engenharia Química é formada por jovens, que geralmente moram com a família, com uma renda situada entre 3 a 20 salários mínimos (tanto no país quanto no CEQ/EE/UFMG);
- 57 %, em média, dos graduandos do CEQ/EE/UFMG utilizam os microcomputadores para solução de problemas (textos, planilhas, gráficos, programas específicos), enquanto no Brasil, apenas 35 %, em média, os utilizam para tal fim. Este ponto é relevante e deve ser considerado na nova reestruturação dos recursos de informática;
- em média, 53 % dos graduandos do CEQ/EE/UFMG dedicam 3 a 8 horas semanais ao estudo dos conteúdos do curso fora de sala de aula (similar à média dos graduandos no Brasil). Nota-se, ainda, que 86 % dos graduandos do curso estão, em média, envolvidos em atividades acadêmicas, principalmente, no PIC – Programa de Iniciação Científica do DEQ/EE/UFMG (67 %), enquanto, um montante de 65 % dos graduandos no Brasil encontram-se envolvidos neste tipo de atividades. Isto vem demonstrar que estas atividades acadêmicas devem ser (como estão sendo) incentivadas e melhor planejadas pelo CEQ/EE/UFMG, visando propiciar a consolidação do conhecimento adquirido pelo aluno ao longo do curso e a sua postura crítica e analítica perante aos problemas enfrentados;
- as impressões dos graduandos do CEQ/EE/UFMG sobre o currículo do curso apontam a necessidade de modificações imediatas. Infere-se, pelo alto desvio padrão das suas respostas quanto às possíveis modificações a ser implementadas no currículo, que não há um consenso de como otimizar o currículo. Entretanto, há uma maior tendência em incorporar novas disciplinas e integrar mais algumas das

- existentes. Eles também apontam certo desequilíbrio de algumas disciplinas (muito conteúdo para pouco tempo). Tais informações são de suma importância para a nova reforma curricular em andamento e apontam, realmente, a necessidade desta reforma (o que confirma uma das metas e ações do CEQ/EE/UFMG);
- (e) do ponto de vista dos graduandos, o tópico relativo à Ética é pouco explorado no curso (como também o é para os graduandos em EQ do país). A necessidade de maior abordagem, no curso de tal tópico, já foi discutido pela comissão de docentes envolvida com a reforma curricular e deve ser estruturada em um contexto maior de conhecimento da história política e social do país;
  - (f) como comprovam as respostas dos graduandos, Ecologia/Meio Ambiente é tema central de algumas disciplinas do curso, especialmente as de Processos para Proteção Ambiental (já incluída no currículo no final da década de 80) e nas disciplinas do grupo Processos e Projetos;
  - (g) em concordância com as impressões dos graduandos, há necessidade de dar ênfase no curso aos tópicos de Qualidade e de Tecnologia da Informática (Internet; videoconferência; informática aplicada na sua área);
  - (h) as impressões dos graduandos sobre o uso dos laboratórios no Ciclo Básico e no Ciclo Profissional estão em concordância com a meta atual do CEQ/EE/UFMG no que tange ao fortalecimento do Ensino Experimental no curso com a implantação do laboratório de Ensino Experimental em Engenharia Química;
  - (i) quanto aos laboratórios de informática, as respostas dos graduandos indicam a necessidade real de se investir na aquisição de equipamentos mais atualizados e em maior número para disponibilizá-los aos alunos do curso. As impressões dos graduandos do CEQ/EE/UFMG quanto aos docentes do curso são muito boas, confirmando as ações implementadas pelo núcleo de docentes do DEQ/EE/UFMG ao longo de sua história. A maioria dos graduandos (59 % em média) apontam, como técnicas de ensino, aulas expositivas e trabalhos em grupo corroborando, assim, com as técnicas de dinâmica de grupo descritas nos itens anteriores;
  - (j) a principal contribuição do curso, segundo a opinião dos graduandos do CEQ/EE/UFMG, é a aquisição de sua formação profissional (55 %) e a habilidade mais bem desenvolvida pelos graduandos no curso é a sua capacidade de raciocínio lógico e análise crítica (67 %) seguida da capacidade de trabalhar em equipe (21 %). Em adição, 77 % dos graduandos pretendem ou já estão trabalhando na área de Engenharia Química. Estes dados demonstram que o objetivo básico do CEQ/EE/UFMG vem sendo cumprido ao longo destes anos, consolidando a posição do CEQ/EE/UFMG no mercado de trabalho e fornecendo incentivos aos docentes de aprimorar cada vez mais o curso.

### 3.4 – Auto-avaliação

O processo de auto-avaliação do CEQ/EE/UFMG, como comprovado na sua história, é contínuo e permanente. Nos últimos dois anos, este processo foi canalizado, pelo DEQ/EE/UFMG, para o desenvolvimento do Plano Estratégico do Departamento, identificando claramente a missão dos seus cursos e incluindo metas e ações conjuntas para aprimorar, conjuntamente, o DEQ/EE/UFMG, o CEQ/EE/UFMG e o CPGEQ/EE/UFMG. Reuniões constantes dos docentes, ao longo destes dois anos, garantiram o desenvolvimento deste plano mais agressivo de ações. O Plano Estratégico do DEQ/EE/UFMG que já está sendo implantado está disponível no Colegiado do Curso de Engenharia Química.

Além desse plano, o Colegiado de Curso está coordenando reuniões periódicas com o corpo docente do curso para discussão do sistema de avaliação existente hoje e detalhamento

de metas específicas para a melhoria do curso, com base nos dados e na análise das avaliações já existentes do CEQ/EE/UFMG.

#### 4 - CONCLUSÃO

Pelo exposto, conclui-se que o CEQ/EE/UFMG, a partir de um processo intenso e permanente de auto-avaliação, corroborado por avaliações externas e avaliações dos discentes, tem avançado significativamente na sua melhoria. Aspectos fundamentais identificados e apontados em todos os processos de avaliação foram ou estão sendo sanados.

Finalmente, cumpre ressaltar que, como destacado nos últimos ENBEQ's e na própria palestra proferida pelo Prof. Saul D'Ávila [8], o grande avanço no ensino de Engenharia Química, necessário para atender as perspectivas futuras da indústria química e correlatas, se concentra, principalmente, na mudança de métodos e técnicas de abordagem e de ensino dos diversos conteúdos do curso. Para tal, é fundamental que os docentes invistam, parte do seu tempo, na busca, estudo, criação e desenvolvimento de novas técnicas e métodos de ensino-aprendizagem e isto requer uma mudança de postura quanto à educação superior no país, principalmente, no que tange à valorização do docente enquanto educador. O novo sistema de avaliação da educação superior, o qual vem sendo implantado ao longo destes últimos anos, vem sendo a alavanca para novas discussões e para o posicionamento das Instituições de Ensino Superior no país quanto à necessidade de repensar, adequar e aprimorar seus Cursos, principalmente os de Graduação. Os resultados são positivos e promissores [7] e espera-se que venha a ser contínua esta ação de avaliação e melhoria do ensino no país.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. COIMBRA, A. "Oportunidades para instalação de um Curso de Pós-Graduação de Engenharia Química no País" – In: Alberto Coimbra e a COPPE, G. Massarani, L. Massarani e T. Costa – Brasília: Paralelo 15, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES/MEC), 2002.
2. PIMENTA, A. Universidade: a Destruição de uma Experiência Democrática. Vozes, Petrópolis, 1984.
3. FRANKEN, T. "Ciência no Brasil: a inutilidade da ciência útil". Cadernos de Tecnologia e Ciência, Ano 1, No. 1, 47-61, 1978.
4. CPGEQ/EE/UFMG. "Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química: Evolução e Tendências". Relatório Interno. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Minas Gerais, janeiro 1998.
5. CEQ/EE/UFMG. "Programa de Aperfeiçoamento das Condições de Oferta de Cursos de Graduação SESu/MEC – 2001: Implantação do Laboratório de Ensino Experimental de Engenharia Química". Salum, A. (coordenadora). Projeto submetido à aprovação da PROGRAD/UFMG, Curso de Graduação em Engenharia Química, maio 2001.
6. ABEQ. Anais do IV Encontro Brasileiro sobre o ensino da Engenharia Química. Passos, M. L. e Souza, O. V. G (eds.), Imprensa UFMG, Belo Horizonte, 1992.
7. D'ÁVILA, S. - Palestra proferida no IX Encontro Brasileiro sobre o Ensino da Engenharia Química (ENBEQ 2001) – setembro de 2001 – Poços de Caldas – MG, :<http://www.feq.ufu.br/enbeq2001>).
8. ABEQ - Anais do 14º Congresso Brasileiro de Engenharia Química – Tema: Ensino de

Engenharia Química – artigos, debates e palestras, 25 a 28 de agosto de 2002, Natal. RN.

Bibliografia Consultada:

INEP/MEC – Relatórios Sínteses: ENC-97 a ENC-2000.

DEQ/EE/UFMG – Relatórios de Atividade do Departamento de Engenharia Química – 1990 a 2001.

DEQ/EE/UFMG – Relatório Interno: Planejamento Estratégico do departamento – 2001 a 2002.

CEQ/EE/UFMG – Relatórios Internos e Projetos.