

## CIÊNCIAS BÁSICAS E ENSINO DE ENGENHARIA : UM NOVO OLHAR SOBRE VELHAS QUESTÕES

**André de Almeida** – [andredea@ufrj.br](mailto:andredea@ufrj.br)

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRRJ, Instituto de Tecnologia,  
Departamento de Engenharia Química.  
BR 465, Km 7.  
23890-000 – Seropédica, RJ.

***Resumo:** A discussão sobre o ensino das ciências básicas nos cursos de engenharia, identificado com o chamado “ciclo básico”, tem sido tradicionalmente pautada pelo tema da falta de motivação dos alunos e dos professores responsáveis pelas disciplinas correspondentes. Esta ocorreria, pelo lado dos alunos, em função da falta de apelo prático das disciplinas e do distanciamento em relação aos problemas que são percebidos como de real interesse para a formação profissional, bem como pela falta de preparo pedagógico dos docentes. Na perspectiva dos professores, a ausência de motivação estaria vinculada a um desinteresse estrutural pelas atividades de graduação vis à vis a pós-graduação e a pesquisa. Neste trabalho, procura-se discutir esta questão a partir de uma perspectiva que incorpore a reflexão sobre o lugar das ciências básicas no ensino de engenharia em face da demandas da sociedade contemporânea, e sobre os problemas observados no comprometimento pedagógico do conjunto do corpo docente universitário como decorrentes dos mecanismos de avaliação e estruturação da carreira vigentes.*

***Palavras-chave:** Ciências básicas, Ciclo básico, Ensino de Engenharia.*

### 1. INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea vem-se caracterizando pela participação crescente das transformações e inovações tecnológicas na mediação de todas as dimensões das relações sociais. Estas mudanças ocorrem a partir da incorporação substantiva, no sistema produtivo, do conhecimento científico que, por sua vez, apresenta um desenvolvimento com dinâmica acelerada e complexidade crescente. Neste contexto, de profundas, rápidas e constantes mudanças, já não mais se concebe um exercício profissional homogêneo durante todo o período de inserção no mundo do trabalho. A graduação, portanto, não deve voltar-se à perspectiva de uma profissionalização estrita e técnica, mas proporcionar a aquisição de competências de longo prazo e a construção de uma relação com o conhecimento que leve a efetiva operação crítica sobre seus fundamentos. Trata-se, assim, de propiciar o domínio sobre os modos de produção do saber e estabelecer uma base sólida para a aquisição contínua e eficaz de conhecimentos específicos, desenvolvendo, ao mesmo tempo, a habilidade de aprender e recriar permanentemente. Deste modo, realizam-se as condições para um processo de educação continuada e uma inserção profissional crítica e criativa, portanto, base para uma participação ativa, tanto na sociedade em geral (cidadania) como também na própria estruturação do mercado de trabalho (profissionalização).

Se este é um contorno que baliza o ensino de graduação como um todo, potencializa-se quando confrontado com os objetivos do ensino de engenharia, uma vez que esta desempenha papel relevante no dinamismo das transformações que perpassam a realidade social. Neste sentido, para fazer face às exigências desta realidade, a formação superior em engenharia

precisa deixar de ser apenas o instrumento para a transmissão e aquisição de informações, e transformar-se no espaço da construção-produção do conhecimento, onde os estudantes despontem como sujeitos ativos no processo de aprendizagem.

A partir da LDB (Lei de Diretrizes e Bases da educação nacional - N.º 9.394 de 20/12/1996) e culminando com as novas Diretrizes Curriculares, o sistema de regulação para o ensino superior passou a orientar-se para o fortalecimento da autonomia acadêmica das universidades e, como consequência, para a flexibilização e diversificação das experiências curriculares. Mas, sobretudo, reforçou o princípio de que não faz sentido um projeto de curso e uma grade curricular sem uma concepção pedagógica que os respalde. Ao se contrapor decisivamente ao passado, quando a discussão sobre currículos era pautada por uma base legal normativa e corporativa, a nova legislação tornava possível – e desejável – incorporar uma reflexão educacional mais abrangente que considerasse os aspectos sócio-pedagógicos associados à problemática do ensino, à função social do conhecimento e aos mecanismos para a construção independente deste conhecimento nos processos de desenvolvimento curricular. Neste sentido, a legislação educacional se mostrou permeável para acolher as novas características que moldavam a realidade social.

Em um processo que teve início em uma fase anterior, nas últimas décadas do século XX, deu-se um significativo aumento na profissionalização do corpo docente universitário. De um cenário em que a maior parte dos docentes dispensava à universidade uma pequena parcela de seu tempo de exercício profissional, passando pela institucionalização desta participação através dos regimes de 20 e 40 horas, até chegar-se hoje, especialmente no sistema público, a um corpo docente majoritariamente em regime de dedicação exclusiva, ocorreu uma expressiva transformação. Em grande medida todo este processo foi conduzido sob a ótica e as demandas dos sistemas de pós-graduação e pesquisa. Se houve uma inegável contribuição ao sistema de ensino superior como um todo, esta lógica deixou, também, um legado de desestímulo e desvalorização das atividades vinculadas ao ensino de graduação. Neste contexto, observa-se a dificuldade da universidade em acompanhar as novas demandas colocadas tanto pela configuração da realidade social como pelos requisitos pedagógicos associados à atual legislação do ensino superior.

Não obstante todo este cenário de transformações profundas pelas quais vem passando a sociedade e o ensino superior, a discussão sobre o ensino das ciências básicas nos cursos de engenharia, identificado com o chamado “ciclo básico”, tem sido tradicionalmente pautada – e assim se mantém - apenas pelo tema da falta de motivação dos alunos e dos professores destas disciplinas. Esta ocorreria, pelo lado dos alunos, em função da falta de apelo prático das disciplinas e do distanciamento em relação aos problemas que são percebidos como de real interesse para a formação profissional, bem como pela falta de preparo pedagógico dos docentes. Na perspectiva dos professores, a ausência de motivação estaria vinculada a um desinteresse estrutural pelas atividades de graduação *vis à vis* a pós-graduação e a pesquisa. Neste trabalho, procura-se discutir esta questão a partir de uma perspectiva que incorpore a reflexão sobre o lugar das ciências básicas no ensino de engenharia frente às demandas da sociedade contemporânea e dos desafios pedagógicos por esta suscitado, e sobre os problemas observados no comprometimento pedagógico do conjunto do corpo docente universitário como decorrentes dos mecanismos de avaliação e estruturação da carreira vigentes.

Muito embora a Química se apresente como base para diversas especialidades, e a Biologia tenha ampliado o seu espaço, a Matemática e a Física permanecem como as ciências estruturantes de todo o conhecimento de engenharia. Sendo assim, são o foco natural de atenção deste trabalho.

## **2. O PAPEL DAS CIÊNCIAS BÁSICAS NA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA**

Ao incorporar a ciência e a informática, no contexto de um capitalismo internacionalizado, a dinâmica econômica trouxe para o seu centro o conhecimento e a

informação, transformados, assim, em produtos e meios de produção. Estes fatores alteraram substantivamente a velocidade do movimento da economia a partir do dinamismo das inovações tecnológicas. O avanço tecnológico desponta, então, como elemento determinante para o processo de desenvolvimento econômico e a engenharia, certamente, ocupa lugar de destaque neste cenário.

Ocorre, entretanto, que as novas tecnologias utilizam, de forma crescente e simultânea, várias vertentes do saber científico existente, criando uma vinculação indissolúvel entre as técnicas e o conhecimento das ciências básicas. Ao mesmo tempo, a informatização do sistema produtivo, através da automação e da programação de tarefas repetitivas, transformou de maneira substantiva a natureza do trabalho necessário.

Estes elementos, em conjunto, produziram modificações radicais no tipo de inserção profissional para a engenharia. Um novo paradigma se apresenta. A capacidade para o cálculo de equipamentos e estruturas foi substituída por habilidades de sistematização e codificação de procedimentos, e a análise de processos particulares foi acrescida por uma necessária visão de síntese a partir da demanda por uma generalização de princípios aplicáveis a sistemas como um todo. A competência técnica estrita foi, então, se deslocando no sentido da construção de um pensamento mais abstrato, fundado no domínio e na operação sobre o conhecimento científico.

Ao falar-se em domínio do conhecimento e dos processos de abstração o que se procura ressaltar é precisamente um necessário deslocamento em um eixo que, partindo da exposição e da assimilação de conteúdos, se direcione no sentido da aquisição de instrumentos metodológicos. A questão do método é, portanto, a questão essencial para o ensino de engenharia sob o novo paradigma, visto que, o que se apresenta é a necessária posse dos modos de produção deste saber, o qual, por sua vez, encontra-se em permanente (re) construção.

É exatamente este método científico, especialmente na sua dimensão mais abstrata, que encontra os seus fundamentos e os seus resultados mais marcantes nas ciências básicas e, muito especialmente, na Matemática e na Física. Sendo assim, este é o contexto que deve nortear a concepção pedagógica para a inserção do conhecimento científico no processo de formação em engenharia.

### **3. A INSERÇÃO DAS CIÊNCIAS BÁSICAS NOS CURSOS DE ENGENHARIA**

#### **3.1 Velhas questões**

Em geral, o ensino de Física e Matemática é conduzido sob a responsabilidade dos institutos ou departamentos correspondentes, onde o corpo docente é composto majoritariamente por professores com formação específica nas respectivas áreas. Isto resulta em indivíduos que construíram toda sua formação nos campos da física e da matemática. Apesar da aparente tautologia, esta reafirmação é importante na medida em que, na perspectiva dos cursos de engenharia, este fato parece caracterizar uma distorção. Isto porque, na visão de uma maioria expressiva de professores de engenharia, estas disciplinas deveriam ser conduzidas sob a ótica da engenharia e, conseqüentemente, este corpo docente não estaria preparado nem tampouco motivado por este “desafio”. Associa-se, ainda, um conjunto contundente de críticas ao interesse didático dos professores destas disciplinas, o que acirrará ainda mais os problemas antes mencionados.

Ao mesmo tempo verifica-se que, freqüentemente, o desempenho dos alunos nestas disciplinas é bastante ruim, o que se reflete em altos índices de reprovação e, eventualmente, em desistência. Ao analisar estes resultados, a comunidade acadêmica vinculada aos cursos de engenharia – alunos, professores, coordenadores de curso, chefes e diretores – costuma referir-se, além das características do corpo docente, ao nível de exigência inapropriado e à falta de

“aplicação”, especialmente aos problemas percebidos como “verdadeiramente de engenharia”, como as principais razões para este desempenho.

Em maior ou menor medida estes são, em linhas gerais, os argumentos que têm sido usados na caracterização daquilo que é percebido como os “problemas do básico”.

### **3.2 Um novo olhar**

Ao refletir um pouco mais sobre a natureza das críticas apresentadas anteriormente, verifica-se que elas se desdobram a partir de duas vertentes básicas. A primeira é a negação da Física e da Matemática, em si mesmas, com seus respectivos métodos e objetos, como pertencentes ao corpo de conhecimento essencial à engenharia. O que se destaca é uma percepção instrumental destas disciplinas, que funcionariam, apenas, como suporte para o desenvolvimento das técnicas e, eventualmente, da tecnologia. Neste sentido, ambas deveriam ser direcionadas para atender à demanda posta pelo método e o objeto da engenharia.

Se isto podia ser aceitável no passado, o que de todo modo é questionável, certamente não mais encontra pertinência na natureza da sociedade contemporânea. Como visto anteriormente, os desafios colocados para a engenharia exigem o desenvolvimento de um pensamento físico e matemático próprios, que incorpore não somente os modelos de representação da realidade, mas também, e principalmente, os métodos utilizados para a sua construção. Sendo assim, não caberia a estas ciências se apresentarem, apenas, como instrumentos para a resolução dos problemas clássicos de engenharia; ao contrário, os problemas de engenharia é que devem ser percebidos como um espaço de sua aplicação. Ou seja, são exatamente os princípios, tanto teóricos como metodológicos, desenvolvidos nestas disciplinas que, organizados de forma sistemática e coordenada, permitem a formulação e conseqüente resolução dos problemas de interesse para o conhecimento da engenharia. Os problemas atuais, certamente; mas, fundamentalmente, aqueles que sequer estão postos e se localizam em um futuro que - os novos tempos sugerem - não podem ser desconsiderados pelo esforço educacional do presente.

Sem pretender realizar uma análise dos conteúdos destas disciplinas, conviria, entretanto, para esclarecer os argumentos, a apresentação de alguns poucos exemplos ilustrativos. A mecânica quântica e a física estatística são casos típicos. Teorias importantes para a construção de modelos de representação e interpretação da natureza são costumeiramente desprezadas nos currículos de engenharia, sob o pretexto de excessiva abstração e dificuldade formal. No entanto, se encontram na base do desenvolvimento de novos materiais, da nanotecnologia, da supercondutividade, etc. Do mesmo modo, conceitos matemáticos mais gerais, como espaços e suas respectivas estruturas algébricas e topológicas, não devem ser evitados: algumas idéias subjacentes à Análise são hoje tão importantes como o foram no passado aquelas referentes ao Cálculo e à Álgebra Linear. Basta lembrar os problemas suscitados pela robótica e o controle de processos.

Parece evidente, mas vale ressaltar, que não se trata de apontar na direção da formação de físicos e matemáticos, mas de engenheiros que possam transitar com alguma desenvoltura pelas idéias e conceitos que estas ciências fazem uso para representar o mundo e construir seus objetos de investigação.

A outra vertente das críticas em relação ao “ciclo básico” refere-se aos docentes responsáveis. Um aspecto destas críticas, relativo ao enfoque com que estas disciplinas são abordadas, foi analisado nos parágrafos anteriores e, aqui, valeria apenas sublinhar que, no novo contexto desenhado, tanto o enfoque das disciplinas como a formação dos seus docentes devem estar voltados para os próprios objetivos intrínsecos, sejam os da Física ou os da Matemática.

Em relação ao comprometimento com o ensino de graduação e a reflexão pedagógica do corpo docente, as críticas, em geral, são corretas, porém, limitadas. Limitadas ao não perceberem, ou não explicitarem, que este é um problema associado a maioria do corpo

docente universitário e, certamente, também presente em todos os departamentos de engenharia. Isto ocorre na medida em que o ensino de graduação é claramente subestimado tanto para os mecanismos de estruturação de carreira como para a percepção de status no meio acadêmico. Limitadas, também, por não reconhecerem que existem outros aspectos específicos que agravam a experiência docente nestas disciplinas.

O sistema de pesquisa e pós-graduação, muito mais prestigiado, opera de forma completamente independente e, em muitos casos, competitiva com os interesses da graduação. Considerando, ainda, que este sistema, no caso das ciências básicas, costuma se apresentar como um espaço de disputa muito mais acirrada, não surpreende o impacto negativo no compromisso com o ensino de graduação. A um conjunto de incentivos distorcidos, acrescenta-se a notória deficiência da educação básica, cujo impacto é muito maior nos períodos iniciais e, ainda, os concursos vestibulares que se voltando mais para uma dimensão classificatória, tornam as turmas iniciais maiores e mais heterogêneas. Este conjunto de fatores, seguramente, cria um espaço pedagógico muito mais adverso.

#### 4. CONCLUSÃO

Ao longo da discussão apresentada neste texto, o que se procurou mostrar foi que a natureza da crítica corrente à condução e aos resultados obtidos pelas disciplinas básicas nos cursos de engenharia se sustenta a partir de pressupostos equivocados ou, pelo menos, mal direcionados. Não que problemas de fato não existam, mas, ao contrário, devem ter a sua origem corretamente identificada, para que seja possível a construção de soluções efetivas.

A necessária elaboração de um raciocínio abstrato, parte integrante de um processo educacional voltado para o diálogo com a ciência contemporânea e com a complexidade da realidade social, constitui-se, hoje, em um grande desafio pedagógico. Não só para estudantes de engenharia, mas também para os de física, os de matemática ou de qualquer outro curso.

A cultura associada à sociedade de consumo ocidental privilegia o individual e o singular, auto-referenciados, por um lado, e por outro, uma massificação pela repetição, ou seja, muito do mesmo. Não há muito espaço para a percepção da identidade na diferença ou para a elaboração de uma síntese a partir da alteridade. Existe, de fato, uma interdição tácita aos processos de abstração e conseqüentemente uma dificuldade objetiva se coloca para o processo educacional. Entretanto, e dado que este raciocínio abstrato precisa ser construído no contexto do ensino de graduação, esta dificuldade, ao invés de negada, precisa se constituir em foco da reflexão pedagógica. Um esforço nesta direção encontra-se no trabalho de Zuchi e Gonçalves (2003) onde, também, pode-se constatar os rumos que esta reflexão deve seguir: a historicidade e os contornos sociais e epistemológicos da construção do conhecimento.

Este mesmo caminho, aqui apontado, sugere uma outra dificuldade vivida pelo ensino de graduação. Os professores universitários, e não apenas os de ciências básicas, não se encontram preparados nem motivados para empreender a necessária reflexão pedagógica. Não somente porque não queiram ou não gostem, mas, também, porque construíram toda sua formação alheios a esta discussão e se movimentam na carreira, independentemente dela. Na verdade, os sinalizadores e os estímulos hoje existentes apontam, justamente, para a direção contrária. Seja na sociedade em geral, como antes esboçado, seja na comunidade acadêmica, a valoração coletiva destas questões é baixa.

Assim, verifica-se que a maior parte das dificuldades vivenciadas no ensino e aprendizagem das ciências básicas, os chamados “problemas do básico”, são na realidade problemas estruturais para o ensino de graduação. Se estes apresentam um maior impacto na Física e na Matemática é porque estas disciplinas, além de lidarem mais diretamente com a sua raiz, se localizam no início das grades curriculares e trabalham com um universo maior e mais diversificado de estudantes. Por outro lado, acredita-se também, que a persistirem as percepções que hoje fundamentam as opiniões críticas, não só as soluções não serão encontradas, como a própria qualidade da graduação em engenharia estará comprometida.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

de ALMEIDA, A. Dimensões contraditórias da graduação em engenharia: educação ou credencialismo? In: IX ENCONTRO EDUCAÇÃO EM ENGENHARIA, 2003. Niterói/RJ

de ALMEIDA, A. e TORRES, L. G. O Projeto Pedagógico no processo de reformulação curricular: A engenharia química da UFRRJ. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2003, Anais (PRP365). Rio de Janeiro/RJ – (2003)

BRASIL, Lei 9394, 20 de dezembro de 1996 - LDB, fixa as diretrizes e bases da educação nacional.

ForGRAD. Resgatando espaços e construindo idéias: ForGRAD 1997 a 2002. RODRIGUES, M. E. F. (org), Niterói: EdUFF, 2002.

SINGER, Paul. Diploma, Profissão e Estrutura Social. In: CATANI, D. B. et al. (orgs.). Universidade, Escola e Formação de Professores. 2 ed., São Paulo, Brasiliense, 1987

ZUCHI, I. e GONÇALVES, M.B. Investigação sobre os obstáculos de aprendizagem do conceito de limite. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 2003, Anais . Rio de Janeiro/RJ – (2003)