

ENGENHEIRO E PROFESSOR, DOIS PAPÉIS EM UMA PROFISSÃO: desafios e perspectivas na conciliação de identidades

Liane Ludwig Loder – lludwig@ufrgs.br
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Departamento de Engenharia Elétrica.
Endereço: Avenida Osvaldo Aranha, 103.
90035190 – Porto Alegre - RS

Resumo:

Palavras-chave:

1 INTRODUÇÃO

No mundo contemporâneo, a Engenharia é um campo de conhecimento reconhecido pela Sociedade como instância de solução de problemas encontrados nas mais diferentes áreas e atividades da vida cotidiana como, por exemplo: transporte, habitação, alimentação, energia e comunicações. Ao fazer isso, atua não só como tecnologia, mas também como ciência, produzindo conhecimento e balizando suas ações pelos impactos sociais, ambientais, econômicos e técnicos das soluções que adota.

Essa compreensão atual difere, em muito, daquela dos primórdios da engenharia (final do séc. XVIII) em que as soluções tecnológicas obtidas eram pautadas, unicamente, pela busca do menor custo econômico-financeiro possível.

É razoável que essa mudança de paradigmas balizadores da ação do engenheiro se reflita, mais intensamente ou menos, na formação dos novos engenheiros. Isso demanda, no entanto, no âmbito das Escolas de Engenharia, ações no sentido de uma formação para além da estritamente técnica.

Para dar conta desse desafio, tem-se discutido em várias instâncias, em órgãos de classe e nas próprias Escolas, a formação dos engenheiros contemporâneos. Essa discussão, no entanto, tem carecido de um maior aprofundamento uma vez que se reduz, na maior parte das vezes, a questões de ordem curricular.

É freqüente, por exemplo, o debate sobre: mudanças da grade curricular dos cursos, aumento ou redução da carga horária das disciplinas, a necessidade ou não da existência de estágios obrigatórios e de projetos de final de curso. Dessa forma, é deixada de lado a discussão sobre aspectos mais substantivos, tais como: as pedagogias em ação, os processos de aprendizagem que ocorrem no âmbito desses cursos e, conseqüentemente, o impacto disso na formação do futuro engenheiro.

Isso talvez ocorra porque discutir as questões pedagógicas implica em discutir a capacitação para a docência do professor, particularmente do engenheiro-professor. Além disso, discutir a docência do professor implica também em analisar sua eficácia em termos de aprendizado do aluno, razão da atividade docente. Essas são as razões que motivam o aprofundamento da discussão sobre esse tema nesse artigo.

2 QUESTÕES FUNDAMENTAIS

Ao discutir a docência como atividade do engenheiro e, na seqüência, o processo de aprendizagem dos estudantes de engenharia, muitas são as questões que surgem, tais como, por exemplo:

- (a) O fato de ser a docência uma habilitação da engenharia, prevista em lei, condiciona a necessidade de uma formação pedagógica do futuro engenheiro?
- (b) É suficiente para a boa docência que o engenheiro-professor possua uma larga experiência prática-profissional e sólidos conhecimentos teóricos em sua área de atuação?
- (c) Como o engenheiro-professor pode motivar e envolver o estudante de hoje, que vive em um mundo marcado por rápidas mudanças tecnológicas e com acesso, através de sofisticados meios de comunicação multimídia, a repositórios de informação cada vez mais completos?
- (d) Qual o objetivo principal das Escolas de Engenharia na formação de futuros engenheiros: formação ou informação?
- (e) Como propiciar ao estudante de engenharia o desenvolvimento da capacidade de aprender a aprender, em outras palavras, sua autonomia?
- (f) Qual a importância da formação humanística do engenheiro-professor e, também, do estudante de engenharia na construção de um ambiente educativo desafiador que possibilite o florescimento de atividades empreendedoras?
- (g) Como formar um engenheiro criativo, com capacidade de se comunicar oral e textualmente?
- (h) Como formar um engenheiro solidário, comprometido e responsável com os impactos social e ambiental de suas ações?
- (i) Quais as concepções epistemológicas do engenheiro – professor e qual o impacto e os reflexos dessas concepções na sua ação docente?

3 ENGENHEIRO PROFESSOR DE ENGENHARIA: CONCEPÇÕES E PRÁTICAS

Ao investigar as concepções epistemológicas e as práticas pedagógicas de engenheiros enquanto professores de engenharia, verifica-se, conforme LODER (2002), a ocorrência, em

maior número, de concepções empiristas¹. Concepções aprioristas² e construtivistas³ também se verificam. Já as ações pedagógicas, as mais frequentes, são de caráter condutivista ou diretivo⁴. Verifica-se, ainda, mas em menor número, ações interativas, isto é, ações que propiciam a interação aluno – professor - objeto do conhecimento. No entanto, a interação entre esses três pólos do contexto educativo nem sempre se dá de forma equilibrada.

A pesquisa em LODER (2002), conclui, ainda, que o modelo de ensino, largamente utilizado, centrado na figura do professor, visto como detentor do conhecimento e agente principal do processo de aprendizagem de seus alunos, não é suficientemente capaz de dar conta dos desafios que o professor enfrenta em sala de aula, na atualidade.

Suspeita-se que o uso extensivo desse modelo pedagógico seja responsável, no todo ou em parte, pela baixa frequência dos alunos em sala de aula, quando a obrigatoriedade da presença, mesmo sendo regimental, não é imposta pelo professor. Suspeita-se também que essa ação pedagógica que exclui o aluno, visto como simples usuário do ensino do professor, seja responsável, pelo menos em parte, pela evasão elevada observada nos cursos de engenharia⁵.

Uma das causas a que se atribui a continuidade do uso dessa pedagogia tradicional, apesar das provas evidentes do esgotamento da mesma, é o fato de que os professores que atuam nesses cursos serem, a grande maioria, profissionais formados sob aquela pedagogia tradicional, de caráter (BECKER, 1994) e por isso mesmo têm a tendência “natural” de usar e acreditar na eficácia da mesma para garantir ao seu aluno o aprendizado desejado.

Percebe-se que, na concepção de muitos professores, subjaz a idéia de que há um professor que ensina e um aluno que, se prestar atenção, aprende. Em conseqüência é comum, entre esses professores, a procura por métodos de ensinar, uma vez que o bom professor é visto por eles como aquele que tem um método de ensino eficaz, nas palavras desses professores:

Os alunos, na sua grande maioria, pelo que constata a pesquisa em LODER(2002), concordam com essa idéia de que o professor ensina e o aluno aprende.

Esta concepção pedagógica vigente, no entanto, acaba por trazer, como efeito imediato, uma maior dificuldade para que o aprendizado do aluno se dê. Na seqüência, essa concepção vigente intervém de forma negativa no processo criativo do aluno e no seu amadurecimento como cidadão e futuro profissional. Nas palavras de BECKER (1995, p.9): “...

”.

A concepção pedagógica de que o professor é capaz de ensinar ao aluno, independente da capacidade do aluno aprender, se reflete na tendência observada entre os docentes da engenharia em aprimorar a sua formação técnico-profissional específica na expectativa de uma melhor docência. Não é raro, nem surpreendente, a falência desse tipo de estratégia que só tende a aprofundar as diferenças de desempenho desse profissional quando se compara a sua atuação na área tecnológica, em que se revelam altamente competentes, com a sua atuação como professores.

Os professores que acreditam no modelo representado pelo aprimoramento técnico-profissional, calcado na idéia de que “saber fazer” é sinônimo de “saber ensinar”, parecem ter

¹ Para o empirismo, os sentidos, e as experiências mediadas por eles, são a fonte de todo o conhecimento.

² O apriorismo pressupõe a existência de habilidades que determinam a aprendizagem.

³ O construtivismo compreende a aprendizagem como construção endógena e singular de conhecimento.

⁴ Na Pedagogia Condutiva, ou Diretiva, a ação pedagógica é centrada no ensino do professor.

⁵ No curso de Engenharia Elétrica da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, nos últimos dez anos, em média, apenas 52% dos alunos ingressantes se diplomam. Segundo dados do INEP, em 2006, menos de 10% dos alunos ingressantes, em cursos de engenharia nacionais, concluíram seu curso.

sua crença realimentada pelo comportamento tolerante dos seus alunos. Comportamento esse motivado pelo fato desses alunos reconhecerem o professor como autoridade técnica e, também, por parecerem acreditar que a didática é uma característica inata, sendo esperado, portanto, que alguns professores sejam competentes, didaticamente, e outros nem tanto.

A pesquisa revelou ainda que, no grupo de professores investigados, há aqueles que:

- Acreditam nesse modelo e estão satisfeitos com seu desempenho didático. Não é incomum, entre docentes desse grupo, tributar o fracasso do aprendizado exclusivamente ao aluno.
- Adotam esse padrão por falta de um outro, acomodando-se nessa situação apesar de incomodados com isso.

Entende-se que é tarefa do professor transmitir conhecimento, no entanto, a ação do professor aí não se esgota. Em outras palavras, que a transmissão de conhecimento seja tarefa do professor e que para isso ele deve, cada vez, mais se aprimorar no conhecimento técnico de sua área de engenharia, parece não haver dúvida. Entretanto, o papel do professor não deve se exaurir nessa tarefa. O professor deve ir além, deve se ocupar também da tarefa de elaborar estratégias para que seus alunos, mesmo dentro da sala de aula, tenham condições de agir, mental ou concretamente, e reconstruir, endogenamente, esse conhecimento disponibilizado (transmitido) por ele (professor).

Os resultados da pesquisa, em LODER (2002), mostram que existe um descompasso muito grande entre a competência técnica e a competência pedagógica dos professores de engenharia elétrica. Suspeita-se que essa seja a realidade de outros cursos de engenharia, uma vez que a concepção matriz dos cursos de engenharia das várias modalidades é a mesma.

É revelador que, dada a complexidade da área de engenharia e seu desenvolvimento exponencial, muitos considerem que as questões pedagógicas são menos importantes e podem ser superadas pelo conhecimento tecnológico do professor, como afirma um dos professores, colaborador da pesquisa em LODER (2002), na sua fala transcrita a seguir:

Parece não haver discordância de que a capacitação técnica é pré-requisito fundamental, já que o ensinar depende fundamentalmente do repertório de conhecimentos do professor, isto é, não é possível ensinar quando não se sabe “o que” ensinar, mas também não é possível ensinar quando não se sabe “como” ensinar ou, em outras palavras, quando não se contempla o aprender. Nesse particular, uma vez que se defende a idéia de que não faz sentido ensinar divorciado do aprender, considera-se necessária a superação da pedagogia diretiva tradicional.

Apesar dessa convicção, entende-se que o professor tenha receio em superar a pedagogia tradicional, de caráter diretivo, colocando em seu lugar, por exemplo, uma pedagogia fundada na interação com seus alunos. São várias as restrições a essa troca de modelos, dentre elas destacam-se: a) receio da resistência dos alunos; b) receio de que uma ação pedagógica inovadora possa não ser aceita institucionalmente, em função das limitações usualmente impostas de cumprimento de programa nos tempos do calendário escolar.

Somado a tudo isso, também reside no professor uma descrença sobre a validade de tomar uma atitude isolada, se comparada a de seus colegas de curso, e sobre o impacto dessa mudança no desempenho do seu aluno. É a contradição vivida pelo professor: ousado, na maior parte do tempo, em sua atividade de pesquisa e conservador em sua atividade de ensino. A fala de outro professor colaborador da pesquisa comprova essa situação:

Por tudo isso, a discussão e a reflexão sobre o ensinar e o aprender nos cursos de Engenharia são temas que se fazem presentes e são essenciais nesse momento em que é discutida a formação do engenheiro não só do futuro, mas e, principalmente, de futuro. Conforme BAZZO (1998, p.12):

4 OS DESAFIOS DA FORMAÇÃO EM ENGENHARIA

É consenso na comunidade acadêmica o desejo de formar um engenheiro que, ao mesmo tempo, seja:

- solidário
- criativo
- hábil ao se comunicar
- empreendedor
- autônomo, com capacidade de aprender a aprender.

Essas expectativas inspiraram o texto das Diretrizes Curriculares para a Engenharia, publicada pelo Conselho Nacional de Educação, através da Portaria 011/2002. Nesse texto, consta que o perfil desejável de um engenheiro formado deve contemplar as seguintes capacidades:

- de aplicar conhecimentos
- de projetar e interpretar resultados
- de planejar e supervisionar serviços de engenharia
- de se comunicar, eficazmente, nas formas oral, escrita e gráfica
- de identificar, formular e resolver problemas
- de atuar em equipes multidisciplinares
- de avaliar o impacto sócio-ambiental de suas ações
- de avaliar a viabilidade econômica de seus projetos
- de buscar, permanentemente, sua atualização

De forma similar, a ABET (*A B E*) estabeleceu como características desejáveis de um engenheiro formado, as seguintes capacidades:

- de aplicar conhecimentos
- de projetar e interpretar resultados
- de planejar e supervisionar serviços de engenharia
- de se comunicar, eficazmente, nas formas oral, escrita e gráfica
- de identificar, formular e resolver problemas

- de atuar em equipes multidisciplinares
- de avaliar o impacto sócio-global de suas ações
- de realizar aprendizado contínuo ()

Esses anseios, não só da comunidade acadêmica, mais também da comunidade empresarial e da Sociedade como um todo, enfrentam inúmeras dificuldades de realização. Essas dificuldades são de ordem prática-financeira e de ordem epistêmico-didática.

No que diz respeito às dificuldades de ordem prática-financeira, pode-se destacar as seguintes: infra-estrutura precária dos cursos de formação, principalmente nas Instituições Públicas de Ensino Superior; quadro de professores reduzido aliado a uma sobrecarga de trabalho que exige atividades em pesquisa, extensão e ensino, atividades precípuas da Universidade; impossibilidade de dedicação exclusiva dos alunos que trabalham para custear seus estudos; a existência em número insuficiente de Casas de Estudante para abrigar os alunos oriundos de comunidades afastadas dos grandes centros urbanos e carentes; etc.

Essas dificuldades, no entanto, demandam a inversão de recursos financeiros, normalmente governamentais, para a ampliação e a re-qualificação da infra-estrutura das Instituições de Ensino Superior, o que não tem sido a prioridade dos governos mais recentes.

No que tange às dificuldades de ordem epistêmico-didática, no entanto, a solução parece ser viável em curto prazo. Para tanto, basta uma tomada de consciência dos docentes e dos gestores da educação superior quanto à necessidade de se repensar as práticas docentes atuais, visando, principalmente, a formação e o aprendizado do aluno.

Nesse particular, parece que o uso de estratégias pedagógicas que não permitem, ou dificultam, o aprendizado seja uma causa importante da perda de interesse que, muitas vezes, os alunos apresentam, levando-os a abandonar os estudos. Além disso, tudo leva a crer que a complexidade crescente do campo da engenharia elétrica vem demandando novos aprendizados e, conseqüentemente, a constituição de um sujeito com novos saberes e novas competências.

Ao se considerar que as estratégias pedagógicas, para serem eficazes, devam estar sintonizadas com as dificuldades da aprendizagem, passa-se a um novo modelo de ensino. Essa mudança paradigmática, não é só possível como necessária. Na atual conjuntura, e no presente momento histórico, definir um proceder pedagógico mais ajustado às necessidades dos alunos, parece ser a chave para o sucesso escolar.

5 CONSIDERAÇÕES SOBRE O ENSINAR

5.1 Aprendizagem *versus* treinamento e aprendizagem *versus* ensino

De acordo com os conceitos da Epistemologia Genética, a aprendizagem pressupõe atividade do sujeito cognitivo (aprendente). Na concepção piagetiana, o aprendizado não se dá por mera percepção, isto é, pela ativação estrita dos órgãos sensoriais a partir de estímulos externos. O aprendizado, antes de tudo, pressupõe ação cognitiva do sujeito. Isso engloba desde os processos mais elementares de percepção até os processos mais elaborados de formalização, ou seja, o conhecimento é construído. Em síntese, para Piaget, a aprendizagem implica construção.

Dentro dessa perspectiva, pode existir aprendizagem sem ensino, mas não existe ensino sem aprendizagem. O ensino não ocorre se não houver aprendizagem. O ensino não precede a aprendizagem. Na verdade, no âmbito da educação escolarizada, ambos: ensino e aprendizagem ocorrem como fruto de um processo dialético: processo ensino-aprendizagem. Aprendizagem e ensino, nessa perspectiva, constituem dois pólos interligados, um não está dissociado de outro, ocorrem simultaneamente.

Sob a ótica da epistemologia piagetiana-constructivista, o papel do aluno é tão importante quanto o papel do professor, não há posição marcadamente privilegiada. A reavaliação desses papéis abre possibilidade do professor também aprender enquanto ensina e do aluno também ensinar enquanto aprende. Não obstante, a relação aluno-professor acaba apresentando sempre alguma assimetria em função da supremacia do conhecimento específico do professor.

Considerando-se essa perspectiva piagetiana, o treinamento opõe-se à aprendizagem na medida em que treinar pressupõe uma atividade unilateral, de mão única, enquanto o aprender é uma atividade bilateral, isto é, que se dá em via de mão dupla.

Esclarecendo, o treinamento de alguém aprendiz é feito a partir de ações de outro alguém, o instrutor, que usando uma metodologia, normalmente baseada em repetição de ações – leituras orientadas, exercícios de fixação, respostas a questões objetivas até atingir o acerto – transmite ao aprendiz determinado conjunto de informações com o objetivo de habilitá-lo a exercer determinado ofício.

A epistemologia empirista reside na raiz da ação de treinamento. A ação do aprendiz é reduzida a um reforço de estimulação, nesse caso, a relação estímulo-resposta se apresenta como base para garantir a apreensão do conhecimento. O papel do aprendiz, no processo, é o de um mero receptor, destacando-se, então, o papel do instrutor que, com sua ação competente, garante a eficácia da aprendizagem. A psicologia do comportamento (behaviorista) é suporte teórico desse processo. As ações pedagógicas são sempre no sentido de privilegiar o discurso do instrutor ao mesmo tempo em que, em nome da repetição, impõem silêncio ao aprendiz. Essa metodologia de ensino produz aprendizagens, no entanto, as aprendizagens que resultam desse método de ensinar são pobres de significado, sendo reconhecidas como aprendizagens automáticas ou aprendizagens de procedimentos.

5.2 O ensino de engenharia

A engenharia pode ser vista como a ciência da invenção ou do engenho. Segundo LE MOIGNE (1995, p. 272) “

Nesse contexto, contemporaneamente, podemos identificar várias categorias de ciências que compõem a ciência engenharia, fundamentalmente: as ciências do artificial, as ciências do natural (ou da natureza) e as matemáticas.

Do ponto de vista epistemológico, pode-se reconhecer na engenharia um caráter acentuadamente constructivista. Isso porque, mais do que uma atividade que busca construir artefatos, a engenharia contemporânea se apresenta como uma ciência da concepção, do projeto, da invenção.

O trabalho do engenheiro ultrapassa as atividades de análise para se lançar às atividades de síntese ou de composição. As soluções a serem alcançadas não estão dadas, mas devem ser encontradas ao longo de um processo que se pode identificar como projeto de engenharia. Projetar é, essencialmente, inventar e toda a invenção é resultado do ato de pensar, reorganizar idéias e reordenar ações. Esses processos se dão em nível individual, mas se efetivam a partir de um estoque de conhecimentos culturais acumulados pela Sociedade. Nesse conjunto, podem-se reconhecer duas vertentes de conhecimentos:

- Sobre a natureza, de acordo com a racionalidade da ciência: propriedades físico-químicas dos materiais em geral, propriedades biológicas da matéria viva, leis formuladas sobre os processos já estudados, as especificações técnicas, etc.
- Sobre procedimentos e ferramentas que permitam organizar os conhecimentos científicos e operar, com e sobre eles, no interesse de projetar soluções tecnológicas de problemas da sociedade.

Observa-se que essas duas categorias de conhecimento são tão mais dificilmente distinguíveis quanto maior for o avanço tecnológico da sociedade. Nesse contexto, pode-se afirmar que Ciência e Tecnologia constituem o agregado de conhecimentos que permite a concepção inicial, isto é, a invenção. E, nesse particular, sua fundamentação epistemológica se aproxima do construtivismo e se afasta do ideal positivista uma vez que a epistemologia positivista se baseia na verificação, isto é, na procura de verdades que resultam do raciocínio demonstrativo e da observação empírica. Conforme LE MOIGNE (1995, p. 131): “

”.

A tensão entre tecnologia e ciência faz parte da rotina da engenharia, é a partir desse equilíbrio de forças, que por vezes se perde, ora pendendo para um lado, ora para outro, que o engenheiro opera, engendra suas soluções, norteia sua ação. A engenharia não é só ciência nem é só tecnologia, o engenheiro não é um cientista nem tampouco um estrito tecnólogo. O cientista busca a razão última das coisas enquanto que o engenheiro, a partir do desenvolvimento científico, engendra estratégias para obter as soluções primeiras e, não é raro acontecer que, ao perseguir esse objetivo, propicia à Ciência condições para seu desenvolvimento. Conforme LE MOIGNE (1995, p. 282): “

”.

Estas considerações permitem entender a concepção de H. A. Simon, um dos fundadores da Inteligência Artificial, sobre o fundamento epistemológico da engenharia. De forma pioneira, Simon defendeu a idéia de que a engenharia é uma vertente do construtivismo que ele definiu como “

” (apud LE MOIGNE, p 100).

6 CONSIDERAÇÕES SOBRE O APRENDER

A marca fundamental na teoria piagetiana, referencial teórico adotado para essas considerações, é o fato de entender o conhecimento como construção e, por conseqüência, atribuir ao conhecimento uma gênese. Com essa concepção, essa teoria se contrapõe não só ao empirismo, que nega a ação do sujeito no processo conhecedor, como também ao inatismo, que enfatiza a importância do conhecimento prévio, atribuindo o conhecimento à interação entre sujeito e meio. Para Piaget (1972): “

”.

As ações nesse contexto, concretas ou mentais, não ocorrem ao acaso. Ao contrário, as ações resultam de uma organização endógena (estruturas lógicas) que o sujeito constrói à medida que ele age sobre o meio. Nos estágios iniciais do desenvolvimento cognitivo do sujeito (primeiros anos de vida), são ações preponderantemente práticas e, em uma fase mais avançada (adolescência e vida adulta), são ações preponderantemente mentais.

Na concepção piagetiana, o conhecimento não pode ser concebido como algo inato ao sujeito nem tampouco pode ser entendido como uma simples percepção de uma realidade externa. Conhecimento, para Piaget, é algo que o sujeito constrói, em termos de forma (gênese das estruturas cognitivas) e conteúdo (informação), num processo contínuo, sem fim nem começo absolutos, e que se inicia no indivíduo antes mesmo de seu nascimento.

Para Piaget, o desenvolvimento cognitivo se dá, par e passo, com o desenvolvimento biológico e psicológico do indivíduo. No entanto, pode-se reconhecer, em diferentes indivíduos inseridos nos mais diversos meios sociais, uma certa regularidade nos seus

desenvolvimentos cognitivos. Essas regularidades, observadas desde o bebê até a idade adulta, serviram de base para a teoria piagetiana formular categorias de pensamento que caracterizam o sujeito epistêmico (do conhecimento). De forma sucinta, essas categorias podem ser agrupadas e ordenadas, de forma crescente segundo sua complexidade e extensão, em três classes de pensamento: 1. O pré-operatório ou sensorio motor (intuitivo); 2. O operatório concreto; 3. O operatório formal.

Ao fim do período sensorio-motor, durante o qual a inteligência consiste em coordenar as ações práticas, o aparecimento da função simbólica permite a formação das primeiras representações. De natureza pré-operatória, ou pré-lógica, esta forma de pensamento difere do pensamento operatório concreto uma vez que, naquele, os estados e as modificações ainda não formam um sistema único, como neste.

Com o pensamento concreto, a capacidade de reversibilidade se estabelece e as estruturas cognitivas responsáveis pelas ações de classificação, seriação e correspondência se consolidam. Essas estruturas permanecerão ativas ao longo da vida do indivíduo e serão responsáveis pela organização de dados abstraídos pelo sujeito a partir de situações reais.

O pensamento operatório concreto, quando comparado com o pré-operatório, difere deste por se caracterizar como uma extensão do real em direção ao virtual, abrindo caminho para um campo mais amplo, o das possibilidades formais, que é atingido no nível do pensamento formal. Em resumo, o pensamento concreto continua fundamentalmente ligado ao real e o sistema das operações concretas, que constitui a forma final do pensamento intuitivo, chega apenas a um conjunto restrito de transformações virtuais, e, portanto, a uma noção do possível que é apenas uma extensão, não muito grande, do real.

Finalmente, com o pensamento formal, ocorre uma inversão de sentido entre o real e o possível. Ao invés do possível se manifestar como uma forma do prolongamento do real é, ao contrário, o conhecimento do real que se subordina às possibilidades do pensamento. Para Piaget (1990, p.46): “

O pensamento formal é, fundamentalmente, hipotético-dedutivo. Um aspecto importante neste nível é o surgimento da lógica das proposições. Neste caso, ao invés do raciocínio se voltar para os dados inteiramente formulados, o sujeito é levado a propor seus problemas e a criar seus métodos para atingir a compreensão. Essa lógica é, antes de tudo, uma lógica de todas as combinações possíveis do pensamento.

É característico do pensamento formal o fato de constituir um sistema de operações de segunda potência. As operações concretas são as operações de primeira potência, pois se referem diretamente aos objetos, enquanto que as relações de proporcionalidade, proposições, operações de classes e de relações (combinações, permutações) são de segunda potência uma vez que o pensamento nesse estágio do desenvolvimento cognitivo é enriquecido pelo ato de refletir sobre as ações. Nas palavras de Piaget (1976, p. 64):

Essa evolução cognitiva se dá num crescendo de forma que as novas capacidades se desenvolvem ancoradas nas anteriores. Os estudos piagetianos, conforme INHELDER, BOVET e SINCLAIR (1977, p. 239), demonstraram que

6.1 O pensamento adolescente e o pensamento adulto

Os estudos piagetianos se pautaram pela busca em caracterizar o desenvolvimento cognitivo do homem, desde sua mais tenra idade. Os resultados dessa investigação, que se estendeu por mais de meio século, apontam para uma dinâmica do pensamento em que o ato de conhecer se constitui de um processo de construções novas a cada momento.

Esses estudos mostraram que o desenvolvimento cognitivo é um processo que se dá num
Donde se conclui que o pensamento do adulto e o pensamento da criança diferem em extensão e complexidade. As diferentes estruturas cognitivas que vão se constituindo, endogenamente, à medida que o desenvolvimento biológico, psicológico e sociológico se dá, possibilita ao indivíduo que ele amplie seu estoque de conhecimentos e também a sua capacidade para aprender.

A diferença essencial entre o pensamento do adolescente e o da criança é que, no primeiro, a reflexão está sempre presente. Esse proceder habilita esse indivíduo a formular teorias, a planejar ações, uma vez que consegue sistematizar suas idéias. Para PIAGET (1976, p. 252): “

”.

Caracteriza-se, inicialmente, por um processo de indiferenciação ao qual se segue um processo de descentração do sujeito o que o leva à objetividade, para Piaget (1990, p. 96)

O egocentrismo, que caracteriza o pensamento infantil nos primeiros estágios do desenvolvimento cognitivo, volta a aparecer no nível das operações formais, mas assumindo novo “formato”. Como destaca PIAGET (1976, p. 255): “

”.

Esse último nível do desenvolvimento cognitivo em que o egocentrismo aparece de forma importante é superado pela capacidade de descentração que se estabelece e que marca, efetivamente, o início do pensamento adulto. Segundo PIAGET (1976, p. 65): “

”.

Ainda, de acordo com PIAGET (1976, p. 257): “

”.

O pensamento adulto, comprometido com o trabalho, irá se caracterizar e se desenvolver de acordo com as competências exigidas pela área de conhecimento específica. É o começo da profissionalização e tudo indica que, para que o sujeito siga construindo seu conhecimento, na área de sua profissão, é preciso que ele desenvolva novas e específicas estruturas cognitivas.

Nesse contexto, o engenheiro, diferentemente do médico ou do artista plástico, vai desenvolver as estruturas cognitivas mais afeitas às suas ações específicas.

É muito provável que o artista plástico desenvolva mais suas habilidades de representação gráfica. Enquanto isso, o médico cirurgião, provavelmente, necessitará de habilidades motoras mais desenvolvidas. O engenheiro, provavelmente, desenvolverá mais o aspecto formal, hipotético-dedutivo, de seu pensamento, o que será necessário para desempenhar as tarefas de planejamento e projeto.

Além disso, na base do pensamento adulto residem todas as formas de pensamento construídas pelo sujeito ao longo de sua vida e que afloram, em menor ou maior grau, dependendo da ação momentânea do indivíduo. Por isso, os estudos piagetianos, que se notabilizaram pela vasta contribuição ao entendimento sobre o pensamento da criança, são da maior pertinência e representam uma fundamentação importante no estudo do pensamento adulto de qualquer natureza.

6.2 O sujeito da aprendizagem na engenharia

O sujeito da aprendizagem é o indivíduo que, para além de suas idiossincrasias, possui características cognitivas que não são historicamente, nem socialmente, nem tampouco temporalmente, condicionadas e que correspondem ao aspecto epistêmico.

Por tudo o que foi dito, e considerando uma concepção epistemológica construtivista da engenharia, uma característica que se prenuncia como presente, de maneira fundamental, no sujeito da aprendizagem na engenharia é a capacidade de inventar. Essa capacidade se distingue da capacidade de descobrir imposta pelo paradigma do positivismo. Nessa perspectiva, o sujeito passa a ser visto como um criador de novidades e não como revelador de uma verdade, o que passa a exigir a necessidade de um ensino adaptado a esse novo paradigma.

LE MOIGNE (1995, p. 278).

Esta característica também nos remete a uma idéia de ação do sujeito mais propensa à compreensão do que à explicação. Ainda, como a postura positivista atribuía ao método analítico a via de explicação válida, dentro de uma lógica de causas e efeitos correspondentes, a postura construtivista abre espaço para a explicação hermenêutica. Nessa perspectiva, o processo de explicação se dá imbricado a um processo de investigação de caráter interpretativo.

Outro aspecto a ser destacado é que o sujeito da aprendizagem, no âmbito de um ambiente de concepção ou “ (LE MOIGNE, 1995, p. 141) parece operar dentro de uma racionalidade processual. Para LE MOIGNE (1995, p.141):

Este tipo de raciocínio, de caráter aproximativo, se guia por um roteiro que é reconstituído pelo sujeito a cada momento, em função dos desafios encontrados, na busca de um resultado final, seja um artefato real ou um construto teórico.

Uma outra característica que parece estar presente nesse sujeito é a da capacidade de modelização. Não se trata aqui de uma modelização analítica, de acordo com os preceitos do positivismo, em que um todo complexo é dividido em partes com a finalidade de simplificar e, ao final, a composição dessas partes resulta em um produto final. A modelização pensada aqui é do tipo sistêmica, uma modelização que “

(LE MOIGNE, 1995, p 167)

Portanto, quer parecer que algumas das qualidades presentes nesse sujeito da aprendizagem são: a capacidade de inventar, isto é, o exercício de raciocínios plausíveis

(heurísticas) e não de deduções certas; o uso de racionalidade processual e a capacidade de modelizar situações, sem apelar para simplificações reducionistas, mas destacando, à medida que avança, os fatos que forem se revelando importantes.

A partir dessas constatações, parece também evidente que a utilização de estratégias pedagógicas que privilegiem a interação professor-aluno-objeto do conhecimento, nos espaços escolares, sejam mais recomendáveis e eficazes para atingir os propósitos de uma formação profissional de maior qualidade.

Nessa concepção pedagógica, o ensino e o aprendizado são vistos como processos, permanentemente, imbricados. A educação, dessa forma, é considerado um processo em constante aprimoramento, e não um produto acabado. Ao permitir a permanente interação, estratégias pedagógicas desse tipo abrem possibilidade para que Professores e Alunos possam, verdadeiramente, exercer os papéis de sujeitos do processo educativo o que lhes dá mais chance de atingir os propósitos da formação de um engenheiro com futuro.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Respondendo as questões fundamentais

(a) O fato de ser a docência uma habilitação da engenharia, prevista em lei, condiciona a necessidade de uma formação pedagógica do futuro engenheiro que deseja se dedicar à docência. Essa formação, no entanto, pode se dar através de cursos de formação pedagógica específicos em nível de pós-graduação.

(b) É necessário, mas não suficiente, para a boa docência que o engenheiro-professor possua uma larga experiência prática-profissional e sólidos conhecimentos teóricos em sua área de atuação.

(c) O engenheiro-professor pode motivar e envolver o estudante de hoje, que vive em um mundo marcado por rápidas mudanças tecnológicas e com acesso, através de sofisticados meios de comunicação multimídia, a repositórios de informação cada vez mais completos, a partir de uma ação pedagógica que coloque o aluno como sujeito de seu processo de aprender.

(d) É objetivo principal das Escolas de Engenharia a formação de futuros engenheiros. Capacitar os alunos a aprender e a inventar soluções novas, deve ser o objetivo fundamental dos cursos, além de transmitir as informações tecnológicas desenvolvidas ao longo de dois séculos de desenvolvimento da engenharia ocidental.

(e) Ao “dar espaço” ao aluno no contexto escolar, isto é, ao criar as condições necessárias para que o aluno possa aprender, o professor propicia ao estudante de engenharia o exercício e o desenvolvimento da capacidade de aprender. Em outras palavras, ao deslocar o foco da ação pedagógica de seu ensino em direção ao processo de aprendizagem do seu aluno, o professor tira o aluno de uma condição passiva e o coloca no centro do processo escolar, isto é, propicia que o aluno possa assumir o papel de sujeito de sua aprendizagem. Com isso consegue-se fomentar no aluno a sua capacidade de aprender a aprender.

(f) É de fundamental importância uma formação humanística do engenheiro-professor e, também, do estudante de engenharia na construção de um ambiente educativo desafiador que possibilite o florescimento de atividades empreendedoras. Ao ultrapassar os limites impostos pelo campo de conhecimento específico da engenharia é que, ambos, professor e aluno, conseguem estabelecer um espaço fértil de criação.

(g) A formação de um engenheiro criativo, com capacidade de se comunicar oral e textualmente, passa pelo exercício cotidiano da fala e da subjetivação do aluno. À medida que ao aluno são propiciados espaços para a colocação de suas idéias e conceitos, estabelecendo-

se, dessa forma, um processo dialógico entre professor e aluno, naturalmente, o desenvolvimento das habilidades de comunicação é fomentado.

(h) A formação de um engenheiro solidário, comprometido e responsável com os impactos social e ambiental de suas ações é fomentada com a discussão cotidiana sobre o fazer do aluno, no que tange esses aspectos, enquanto estudante de engenharia.

(i) Os estudos teóricos apostam na existência de uma correlação entre as concepções epistemológicas e as práticas pedagógicas do professor. As evidências da pesquisa em LODER (2002), no entanto, permitem verificar que não existe uma relação direta entre a concepção epistemológica e a prática pedagógica do professor. Isso revela que a adoção de uma prática pedagógica muitas vezes é contingenciada por uma série de limitações de ordem prática, por exemplo: carga horária a cumprir, programa a ser desenvolvido ao longo do semestre, articulação entre as disciplinas do currículo já estabelecido, limitações de ordem orçamentária que comprometem ações que visem aproximar o conteúdo teórico da disciplina com as aplicações práticas em engenharia (atividades em laboratórios, viagens de estudo, trabalhos de campo, etc.). Só para citar algumas situações que cerceiam o exercício pleno da atividade pedagógica.

7.2 Conclusões

É da interação entre professor-aluno-objeto do conhecimento que emerge o verdadeiro significado da escola. Não existe ensino divorciado da aprendizagem, não existe precedência do ensino sobre a aprendizagem, existe um professor que, com seu ensinar, obstrui ou facilita a aprendizagem significativa do seu aluno. De acordo com DELVAL (2005, p. 163):

Entende-se que o uso de uma pedagogia diretiva traga mais dificuldades do que boas soluções. Por conseqüência, acredita-se que, se o professor conseguir realizar uma ruptura epistemológica que o permita redirecionar a sua ação pedagógica no sentido de uma pedagogia relacional, ou interacionista, estará dando um salto de qualidade em sua ação educativa. Acredita-se também que, ao fazer isso, o engenheiro, professor de engenharia, cria condições para a conciliação dessas suas duas identidades: a de professor e a de engenheiro.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAZZO, W.A.

Florianópolis-SC. Ed. da UFSC, 1998.

BECKER, F. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos **Educação e Realidade**, Porto Alegre, v.19, n.1, p.89-96, jan./jun.1994.

____. **A epistemologia do professor, o cotidiano da escola** 3ª ed. Petrópolis: Vozes, 1995.

DELVAL, J.

. Campinas, SP. Editora Papyrus, 2005.

INHELDER, B., BOVET, M., SINCLAIR, H. **Aprendizagens e estruturas do conhecimento**. São Paulo: Saraiva S. A., 1977.

LE MOIGNE, J.L. **O construtivismo dos fundamentos.** Lisboa: Ed. Instituto Jean Piaget,1995.

. _____. **O construtivismo das epistemologias.** Lisboa: Ed. Instituto Jean Piaget,1995.

LODER, L.L. **Epistemologia versus pedagogia: o locus do professor de engenharia**
Dissertação de Mestrado defendida junto ao programa de Pós-Graduação em Educação da
UFRGS – PPGEDU/UFRGS, 2002.

PIAGET, J. **Evolução intelectual da adolescência à vida adulta,**
, 1972.

. _____. INHELDER, B. **Da lógica da criança à lógica do adolescente.** São Paulo: Livraria
Pioneira Ed., 1976.

. _____. **Epistemologia Genética.** São Paulo: Livraria Martins Fontes Ed., 1990

ENGINEER AND PROFESSOR, TWO ROLES IN A PROFESSION: challenges and perspectives in the conciliation of identities

Abstract

Key-words: