



CAPÍTULO 1

ENSINO, ENSINO SUPERIOR E ENSINO DE ENGENHARIA

O ensino de engenharia tem longa história no Brasil — sua primeira escola foi fundada em 1810 — e vem, em tempos recentes, atraindo a atenção de acadêmicos e instituições, particularmente depois do lançamento do Programa de Reengenharia do Ensino de Engenharia (REENGE) em 1995. O REENGE é tido como o marco inicial da discussão sobre os currículos e o ensino de engenharia no Brasil, depois de quase 20 anos desde a elaboração da resolução que regia o ensino desta área de conhecimento no país, ou seja, a Resolução 48/76. A discussão iniciada pelo REENGE contemplou tópicos variados, tais como flexibilidade curricular, diminuição das cargas horárias, diversificação do perfil profissional, interação entre o ciclo básico e profissional, valorização do conhecimento prático aprendido dentro ou fora da escola, entre outros.

Alguns eventos posteriores também contribuíram para esta discussão, tais como a promulgação da Nova Lei de Diretrizes e Bases em 1996 e o Edital 4/97 do MEC, que convidava as instituições a elaborarem propostas para as Diretrizes Curriculares do Ensino de Engenharia, aprovadas em 2002 mediante a Resolução 11/02 do CNE (Conselho Nacional de Educação). Entretanto, apesar de ter havido esforços na direção de diminuir o número de créditos dos cursos, de





expor os alunos à engenharia logo nos primeiros anos e de abrigar novos conteúdos e substituir ou eliminar os obsoletos, estas diretrizes parecem ter promovido poucas mudanças significativas nos currículos, principalmente na forma como os conteúdos são trabalhados.

Mesmo sendo cedo para avaliar os efeitos dessas diretrizes, é possível conjecturar sobre os motivos da persistência do modelo convencional de ensino nas escolas de engenharia (Figura 2). Esses motivos podem ser decorrentes de uma intrincada malha de fatores institucionais, culturais e individuais, já que a forma como uma aula ocorre varia de acordo com as características da instituição, da cultura dominante e do professor.¹ Podem também ser inerentes ao ensino dessa área do conhecimento, ao ensino superior e/ou à educação como um todo.

É possível encontrar várias razões para a persistência do modelo convencional de ensino de engenharia. Primeiramente, é preciso reconhecer que a universidade por si só não é uma instituição ágil, em razão da forma de gestão acadêmica: resoluções por meio de conselhos de diversos níveis, forma corporativa de organização, entre outros aspectos.² Além disso, tem-se que considerar que os sistemas escolares, como todos os sistemas humanos — mesmo mostrando disposição de inovar e melhorar —, tendem a manter a ordem e as práticas estabelecidas,³ o que explicaria, ao menos em parte, a dificuldade, aparentemente antagônica, de implantação das diretrizes, já que emanaram da discussão e das propostas das próprias instituições de ensino de engenharia.

- 1 ZEICHNER, K. M.; TABACHNICK, B. R.; DENSMORE, K. Individual, institutional, and cultural influences on the development of teachers' craft knowledge. In: CALDERHEAD, J. (Ed.). *Exploring teachers' thinking*. Londres: Cassel, 1987. pp. 21-59.
- 2 PAIVA, V.; WARDE, M. J. Anos 90: o ensino na América Latina. In: PAIVA, V.; WARDE, M. J. (Orgs.). *Dilemas do ensino superior na América Latina*. Campinas: Papirus, 1994. pp. 9-41.
- 3 HUBERMAN, M. *Como se realizam as mudanças em educação*: subsídios para o estudo do problema da inovação. São Paulo: Cultrix, 1973.





Figura 2 Alguns fatores que influenciam o ensino de engenharia.

É sabido também que a tendência de manutenção do *status quo* está na própria natureza das instituições de ensino superior. As universidades são instituições longevas; de 66 organizações com existência ininterrupta desde a Reforma Protestante do século XVI, 62 delas são universidades.⁴ A longevidade da universidade pode ser atribuída em grande parte ao seu conservadorismo, que pode ser atestado por suas características. Muitas características das universidades atuais parecem ter sua origem nas instituições da Idade Média, tais como os currículos preestabelecidos, carreiras específicas e exames formais. Porém, o conservadorismo das universidades — um fator que lhes atribui longevidade — pode tornar-se um empecilho em tempos de transformações rápidas como os vividos atualmente.

Por outro lado, é sabido que não só as universidades, mas as escolas em geral estão entre as instituições mais conservadoras, mantendo formas tradicionais de fazer as coisas mesmo diante de intensas pressões por mudanças.⁵ Ademais, acredita-se que esse conservado-

4 BRUNNER, J. J. Educación superior y globalización. *Educação Brasileira*, v. 19, n. 38, pp. 11-30, 1997.

5 DREEBEN, R. The school as a workplace. In: TRAVERS, R. M. (Ed.). *Second handbook of research on teaching*. Chicago: Rand MacNally, 1973. pp. 450-473.

rismo se faça mais presente no setor público, já que essas instituições não têm motivação econômica e não precisam enfrentar concorrência, assim têm menos necessidade de se preocupar em melhorar os serviços que proporcionam.⁶

Essa resistência a mudanças também é atribuída à estrutura das escolas, que comporta concomitantemente elementos de organizações burocráticas e não-burocráticas. Uma característica dos sistemas escolares que ilustra essa hibridez seria a precariedade de sua linha de comando e comunicação. Apesar de os sistemas educacionais serem organizados hierarquicamente, assim como as organizações burocráticas, sabe-se que as normas e diretrizes não conseguem ser facilmente difundidas e implantadas por intermédio da linha de comando de sua hierarquia.⁷ Desta forma, como coloca Nóvoa,⁸ a instituição escolar é capaz de manter uma autonomia relativa, ou seja, permanecer como um território intermediário de decisão no domínio educativo “que não se limita a reproduzir as normas e os valores do macro-sistema, mas que também não pode ser exclusivamente investida como um micro-universo dependente do jogo dos atores sociais em presença”.

Embora não existam dados que a comprovem, é provável que essa autonomia relativa seja mais marcante — e a difusão das diretrizes, mais difícil — em instituições de ensino superior, dada a maior complexidade de seus processos, estruturas, hierarquias e, conseqüentemente, linhas de comando e comunicação. Sabe-se também que em qualquer organização quanto mais distante do topo da hierarquia se encontra um indivíduo maior a dificuldade de lhe comunicar normas ou valores de forma eficaz, especialmente se essas normas forem decididas sem a participação daqueles que terão de implantá-las.

Por isso, a sala de aula universitária pode ser um território pouco influenciado por diretrizes, pois, mesmo quando estas conseguem

6 Huberman (op. cit., p. 42).

7 Dreeben (op. cit.).

8 Nóvoa, A. Para uma análise das instituições escolares. In: Nóvoa, A. (Org.). *As organizações escolares em análise*. Porto: Dom Quixote, 1992. p. 20.

ser difundidas, as atividades do professor em sala de aula não são determinadas significativamente por elas, em razão de sua vacuidade.⁹ Essa vacuidade também pode ser atribuída às características dos objetivos educacionais como um todo: geralmente numerosos, variados, heterogêneos, imprecisos e pouco coerentes.¹⁰ Por esta razão, na maior parte das vezes as diretrizes não são operacionalizáveis ou têm como resultado uma pedagogia de efeitos imprecisos e remotos, o que, por sua vez, acaba por favorecer a autonomia dos professores, o individualismo e o isolamento do trabalho docente.

Isso é agravado pelo fato de o isolamento ser uma característica da profissão docente em geral. Estudos mostram que as relações de trabalho dos professores são caracterizadas mais pela separação que pela interdependência; a maioria dos professores ainda passa a maior parte de seu tempo trabalhando com um grupo de alunos em uma área delimitada.¹¹ Além disso, o fato de trabalharem em um espaço circunscrito e submetido a uma fraca supervisão permite que muitos professores ignorem ou mesmo violem abertamente normas burocráticas, incluindo diretrizes, quando eles assim o desejam.¹²

Especificamente no ensino de engenharia, a persistência do modelo educacional convencional também parece estar relacionada ao modo como a engenharia passou de artesanato para profissão e desta para ciência. Schön¹³ mostra que a engenharia se transformou em profissão no momento em que se aproximou de um modelo de solução técnica de problemas e foi posteriormente considerada ciência quando fundamentou essa técnica na teoria advinda da pesquisa básica e aplicada.

9 Dreeben (op. cit.).

10 TARDIF, M. *Saberes docentes e formação profissional*. Petrópolis: Editora Vozes, 2002.

11 LORTIE, D. C. *Schoolteacher: a sociological study*. Chicago: The University of Chicago Press, 1975.

12 Zeichner et al. (op. cit.).

13 SCHÖN, D. A. *The reflective practitioner: how professionals think in action*. New York: Harper Collins, 1983.

A transição de profissão para ciência teria cristalizado uma separação entre o prático e o cientista, ou seja, entre os engenheiros e os pesquisadores. Aos primeiros caberia a investigação restrita sobre os problemas da prática, os quais deveriam ser levados aos segundos, responsáveis por conceber novas técnicas para sua solução. Essa separação entre aqueles que praticam e os que pesquisam explicaria a predominância do modelo da racionalidade técnica no ensino de engenharia.

Grosso modo, esse autor define o modelo da racionalidade técnica como aquele resultante da emergência da ciência a partir do século XIX e da decorrente preponderância de seu uso para explicar a realidade e seus fenômenos — buscando explicitar e manipular suas leis — no mundo contemporâneo. Como consequência desta concepção, as profissões passaram a ser vistas como veículos para a aplicação da ciência para o progresso humano. Entretanto, este modelo demonstra sinais de esgotamento, uma vez que o conhecimento científico tem se mostrado insuficiente para acomodar as incertezas e ambigüidades da prática profissional real.

No caso das engenharias, essa situação foi ainda agravada pelo prestígio adquirido pela ciência em meados do século XX, que levou as escolas de engenharia a apostarem em uma ciência da engenharia voltada para a possibilidade de fazer algo novo em vez de voltada para a capacidade de fazer algo útil. Isto fez com que os especialistas em determinada área da engenharia se tornassem os mais poderosos membros do corpo docente, tomando o lugar dos engenheiros práticos como modelos profissionais para os alunos.¹⁴

Sob um ângulo diferente, esse *status quo* também pode ser atribuído à forma como o ensino de engenharia se organizou. Alguns autores advogam que o ensino de engenharia,¹⁵ ou mesmo o ensino como um todo,¹⁶ espelha o modelo fabril. Esta forma de organização

¹⁴ Schön (op. cit.).

¹⁵ SIRVANTI, M. Are the students the true customers of higher education? *Quality Progress*, Oct., pp. 99-102, 1996.

¹⁶ Tardif (op. cit.).



explicaria várias de suas características, tais como o currículo linear e seqüencial (feito linha de montagem), o ensino mediante a transmissão de um mesmo conteúdo a um grande número de alunos, sem levar em conta as necessidades individuais (produção em massa), e a ênfase excessiva na avaliação de desempenho — fundamentada na premissa de que as especificações do produto definem seus padrões de desempenho — ao final de cada processo.

A influência do modelo da produção em massa pode ter sido ainda mais marcante no Brasil, já que aqui os princípios da organização científica do trabalho — sistematizados por Taylor e com alicerces do modelo de produção em massa — parecem ter sido utilizados para organizar as instituições de formação profissional (incluindo seus currículos e metodologias de ensino) antes de serem adotados pelas fábricas. A intenção desse procedimento era formar trabalhadores com as qualidades técnicas e sociais adequadas ao novo tipo de organização da produção que se esperava implantar na indústria.¹⁷

Essa característica teria sido reforçada posteriormente pela administração de Armando de Salles Oliveira, um dos fundadores do Instituto de Organização Racional do Trabalho (IORT), quando foi governador do Estado de São Paulo na década de 1930. Assim, afirma Bryan,¹⁸ desde o início, as instituições de ensino tecnológico no país não se preocuparam com a formação de profissionais com a “função de conceber e executar seu trabalho, e tampouco de técnicos de todos os níveis para o desenvolvimento endógeno de tecnologia”.

Para Moraes,¹⁹ desse conjunto de aspectos resultaria um modelo de ensino de engenharia no qual predomina uma pedagogia

¹⁷ BRYAN, N. A. P. Desafios educacionais da presente mutação tecnológica e organizacional para a formação de professores do ensino tecnológico. In: BICUDO, M. A. V.; SILVA JR., C. A. *Formação do educador, tarefa da universidade*. São Paulo: Editora UNESP, 1996. pp. 39-47.

¹⁸ Ibid., p. 41.

¹⁹ MORAES, M. C. O perfil do engenheiro dos novos tempos e as novas pautas educacionais. In: VON LINSINGEN, I. et al. (Orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 64.





que define comportamentos de entrada e de saída como verdadeiras linhas de montagem, seqüencial e hierárquica, previamente estruturada pelos professores ou pelo planejador, alienados do contexto sociocultural dos indivíduos. É um paradigma tradicional que tem compromisso com o passado, com as coisas que não podem ser esquecidas, que dá maior ênfase ao conformismo, que não percebe o lado construtivo do erro, que elimina as tentativas de liberdade e expressão.

É provável que esses aspectos institucionais das escolas de engenharia não só ajudem a determinar o tipo de instrução que nelas ocorre, como dificultem a adoção de novas metodologias educacionais, ainda que haja disposição para inovar da parte de alguns atores. Sabe-se que mesmo o idealismo de alguns professores pode se mostrar frágil quando confrontado com as exigências da instituição escolar. Isto os leva a fazerem concessões, adotando estratégias de sobrevivência de curto prazo.

Entretanto, as razões para a persistência dessa pedagogia também devem ser buscadas na cultura das instituições de ensino, já que o idealismo docente está sujeito às pressões advindas da concepção partilhada por colegas e alunos sobre o que vem a ser uma boa prática docente.²⁰ A literatura sugere que a cultura da maioria das instituições de ensino superior está fundamentada em uma concepção positivista da ciência, que vê o conhecimento como acabado e desvinculado de seu contexto histórico.

De forma breve, define-se a concepção positivista da ciência — fundamentada na filosofia de Auguste Comte, popularizada a partir da segunda metade do século XIX — como aquela que afirma que o conhecimento científico — i.e., aquele construído por meio da aplicação do método científico — é o único conhecimento válido. Adjacente a essa afirmação está a crença de que a ciência é essencialmente cumu-

²⁰ BALL, S. J.; GOODSON, I. F. Understanding teachers: concepts and contexts. In: BALL, S. J.; GOODSON, I. F. (Eds.). *Teachers' lives and careers*. Londres: Falmer Press, 1992. pp. 1-26.





lativa e transcultural (i.e., independente do contexto), que a realidade pode ser objetivada (i.e., a ciência está dissociada das crenças e valores do pesquisador) e que somente aquilo que é mensurável pode, ou mesmo deve, ser investigado, o que freqüentemente leva à redução do fenômeno a suas partes (e.g., processos sociais são reduzidos a relações entre indivíduos).

Uma decorrência do positivismo, a racionalidade instrumental enfoca a eficiência — em detrimento da eficácia — para atingir um fim, negligenciando o valor deste, ou seja, usa a razão somente como um instrumento para alcançar objetivos, não para determinar se estes são desejáveis ou mesmo corretos. Na medida em que se concentra em como fazer algo, a racionalidade instrumental minimiza a importância dos conhecimentos das ciências humanas e sociais que poderiam favorecer a compreensão holística do empreendimento e seu questionamento crítico.

Na universidade, o positivismo se traduz em uma cultura onde a disciplina intelectual é tomada como reprodução de palavras, textos e experiências do professor. Neste ambiente também se privilegia a memorização, o pensamento convergente, a resposta única e verdadeira, e valoriza excessivamente os conteúdos específicos e, entre eles, os relativos às ciências exatas e naturais.²¹

Nessa cultura universitária, os conteúdos estão voltados para a acumulação e para o mercado, pressupondo um vínculo entre a qualidade da formação profissional e a quantidade de informações recebidas em detrimento dos procedimentos instrucionais necessários para transformar essas informações em conhecimentos significativos e, conseqüentemente, duradouros. Sordi²² sustenta que este pressuposto pode levar muitos docentes — pressionados pela expansão do conhecimento e conseqüente sobrecarga dos currículos (uma situa-

21 CUNHA, M. I. Ensino com pesquisa: a prática do professor universitário. *Cadernos de Pesquisa*, n. 97, pp. 31-46, 1996.

22 SORDI, M. R. L. Avaliação da aprendizagem universitária em tempos de mudança: a inovação ao alcance do educador comprometido. In: VEIGA, I. P. A.; CASTANHO, M. E. L. M. (Orgs.). *Pedagogia universitária: a aula em foco*. Campinas: Papirus, 2000. p. 233.



ção comum no ensino de engenharia) — a optarem por metodologias convencionais, já que nelas os alunos podem ser silenciados “para permitir que o professor ensine mais, mesmo que este ensino não se concretize em aprendizagem”.

Há ainda o aspecto da desvalorização do ensino em algumas instituições onde se desenvolve pesquisa. Nessas instituições ocorre um fenômeno conhecido como “primado da pesquisa”, termo cunhado por Kourganoff;²³ uma situação em que grande parte dos professores, pressionados por critérios de avaliação de desempenho docente que priorizam a quantidade de publicações, “consagra o essencial de sua atividade às suas ‘pesquisas pessoais’ [...] e os estudantes são passados para um segundo plano das preocupações universitárias”. A prevalência destes critérios é atestada por estudos que mostram que há correlações positivas entre salário e produção acadêmica e correlações nulas ou negativas entre salário e produtividade no ensino.²⁴

Embora o termo “primado da pesquisa” tenha sido primeiramente cunhado com relação à realidade francesa de 30 anos atrás, este fenômeno aparenta ser atual e universal, podendo também ser observado no meio acadêmico brasileiro de hoje. Aliás, é necessário acrescentar que a situação na França parece ser mais vantajosa na medida em que lá os profissionais cujo único interesse é a pesquisa têm a possibilidade de buscar colocação em institutos de pesquisa independentes das universidades, raros no Brasil, particularmente na área das engenharias. Além disso, sabe-se que a pesquisa industrial, com o aprofundamento do processo de globalização, tem se concentrado nos países desenvolvidos, reduzindo ainda mais o campo de trabalho para pesquisadores no Brasil, o que faz com que busquem reali-

23 KOURGANOFF, W. *A face oculta da universidade*. São Paulo: Editora da UNESP, 1990. pp. 98-99.

24 MENGES, R. J.; AUSTIN, A. E. Teaching in higher education. In: RICHARDSON, V. (Ed.). *Handbook of research on teaching*. Washington: AERA, 2001. pp. 1.122-1.156.

zar suas pesquisas na universidade e vejam o ensino, principalmente na graduação, como um mal necessário.

Esta difícil convivência da pesquisa com o ensino nas universidades foi investigada por Sancho Gil.²⁵ Os resultados deste estudo mostram algumas concepções equivocadas dos professores derivadas do “primado da pesquisa”. Por exemplo, a autora coloca que, embora muitos docentes acreditem que os esforços para a melhoria da pesquisa sejam benéficos para o ensino, eles não crêem que o inverso seja verdadeiro. Isto faz com que receiem a introdução de inovações pedagógicas e coloquem todo o fardo do aprimoramento dos processos de ensino-aprendizagem nos ombros dos alunos,

que deveriam estar prontos para calar e escutar e responder ao que o momento lhes pede e da forma que lhes é pedida. Deste modo não é o professorado que tem que desenvolver e adquirir conhecimentos e habilidades que contribuam para melhorar o rendimento do alunado. Há de ser este quem terá de empregar toda sua inteligência adaptativa para integrar a fragmentação, dar sentido ao conhecimento descontextualizado e se sobrepor à frustração de aprender o que sabe que precisará esquecer para seguir aprendendo ao longo de toda a sua vida.

No entanto, faz-se necessário neste momento do texto reafirmar a importância da pesquisa nas universidades. Em razão da importância do saber científico e tecnológico para a solução de problemas causados tanto pelo subdesenvolvimento quanto pelo desenvolvimento, a UNESCO²⁶ sustenta: “É extremamente importante que as instituições do ensino superior mantenham um potencial de pesquisa de alto nível nas suas áreas de competência”. Paralelamente, a pesquisa também ajudaria o docente a manter-se atualizado em uma época em que a produção de conhecimento acontece com uma rapidez jamais vista na história.

25 SANCHO GIL, J. M. Docencia y investigación en la universidad: una profesión, dos mundos. *Educar*, v. 28, p. 28, 2001.

26 DELORS, J. *Educação: um tesouro a descobrir*. São Paulo: Cortez/UNESCO, 1999.

Nessa direção, porém sem desejar se aprofundar na discussão sobre se todo professor universitário deveria obrigatoriamente ser um pesquisador, já que não há consenso sobre a idéia de que o corpo docente deve fazer pesquisa e com ela informar a docência,²⁷ Balzan²⁸ crê ser necessário formar alunos com a consciência da importância da disposição e motivação para o aprendizado durante toda a vida e questiona:

De que adiantaria essa consciência se ele [professor] não dispusesse de autonomia de vôo, isto é, da capacidade de aprender por conta própria, que somente um forte e sistemático treino em pesquisa pode lhe assegurar?

De qualquer modo, parece ser fundamental a busca de um equilíbrio entre estas funções da universidade, pois a priorização da pesquisa pode ser bastante danosa ao ensino, principalmente na graduação, sendo a evasão escolar uma de suas conseqüências mais visíveis. Para ilustrar este ponto, é bastante mostrar que a taxa de evasão escolar na Universidade de São Paulo — uma das mais prestigiosas do país, com um concorrido processo de admissão — alcançou o patamar de 40% em anos recentes. Isto considerando somente a evasão *stricto sensu* e não a evasão *lato sensu*, não menos danosa, que diz respeito àqueles que, além do diploma, nada mais levam do curso que freqüentaram.²⁹

É verdade que a evasão *stricto sensu* não pode ser imputada somente a esse aspecto; são muitos os motivos que levam alunos a abandonarem a universidade. Tampouco é possível associar a evasão *lato sensu* apenas à deficiência do ensino na graduação. Há certamente

²⁷ Paiva & Warde (op. cit.).

²⁸ BALZAN, N. C. Indissociabilidade ensino-pesquisa como princípio metodológico. In: VEIGA, I. P. A.; CASTANHO, M. E. L. M. (Orgs.). *Pedagogia universitária: a aula em foco*. Campinas: Papirus, 2000. p. 16.

²⁹ MARCOVITCH, J. *Universidade viva*. São Paulo: Mandarin, 2001.

causas econômicas, sociais e individuais importantes por trás destes fenômenos que não podem ser negligenciadas.

Todavia, ainda que outros fatores conjunturais e institucionais — e, g., o mercado de trabalho e a adoção de vestibulares estanques que forcem os jovens a escolherem suas futuras carreiras quando não estão suficientemente maduros ou informados para fazê-lo — tenham sua parcela de responsabilidade, a evasão nas universidades também pode ser consequência da negligência com relação ao ensino segundo muitos autores. É o que acredita Marcovitch,³⁰ já que entre as ações que defende para diminuir a evasão na graduação estão a flexibilização dos currículos, a “adoção de mecanismos de incentivo ao docente, valorizando-se a sua participação em programas de assistência didática” e “a inovação das técnicas de ensino, tanto para beneficiar os alunos quanto para atualizar os docentes”.

Por outro lado, sabe-se que as características individuais dos professores também contribuem para a manutenção das práticas convencionais de ensino. Os docentes, na medida em que são elementos constitutivos das instituições de ensino, podem abrigar o mesmo antagonismo atribuído a estas, ou seja, podem aspirar à inovação e ao aprimoramento de seu fazer e, simultaneamente, desejar manter a ordem. Este desejo de manter as práticas estabelecidas seria ainda mais forte na profissão docente como um todo, já que geralmente atrai as pessoas que buscam a segurança de seus estatutos e os “bons alunos”, isto é, aqueles indivíduos que foram bem-sucedidos no modelo vigente e, portanto, não vêem motivos para modificá-lo ou melhorá-lo.³¹

Outros aspectos individuais também podem contribuir para a manutenção do *status quo* no ensino de engenharia. As características dos professores, tais como o momento de suas carreiras e vidas, seus interesses, concepções e valores, influenciam as escolhas e decisões que tomam com relação a sua aula. Ademais, a compreensão do mo-

³⁰ Ibid., pp. 48-58.

³¹ GIL VILLA, F. *Crise no professorado: uma análise crítica*. Campinas: Papirus, 1998.

mento da vida³² e da carreira³³ do professor poderia ajudar a entender sua atuação profissional. Por exemplo, é possível supor que, em geral, um professor em fim de carreira — na fase de desinvestimento profissional — não vá acolher facilmente diretrizes que acarretem mudanças significativas em seu fazer.

O mesmo se pode dizer de um professor cuja concepção de ensino não condiz com modificações curriculares ou metodológicas que impliquem um processo de ensino-aprendizagem mais ativo e centrado no aluno. Sabe-se hoje que as crenças, os valores, as suposições que os professores têm sobre ensino, matéria, conteúdo curricular, alunos, aprendizagem, entre outros aspectos, estão na base de sua prática de sala de aula.³⁴

De qualquer forma, esta somatória de razões institucionais, culturais e individuais parece contribuir para a manutenção do *status quo* em escolas de engenharia. Nestas predominam ambientes de aprendizagem convencional, onde a prática é sempre precedida pela teoria, a qual é transmitida de forma compartimentada, linear, seqüencial e acrítica, principalmente por meio de aulas expositivas para um grande número de alunos.

Desta situação resulta que muitos alunos saem das escolas com um grande conhecimento livresco e uma grande habilidade mental para idéias, mas incapazes de aplicá-los em um projeto concreto e realizável. Quer dizer, os alunos saem das escolas com uma formação inadequada para o atual contexto de atuação em engenharia, que requer profissionais criativos e empreendedores.

Essa inadequação é decorrente do fato de os alunos escutarem aulas e armazenarem conhecimentos de segunda mão em vez de serem orientados a saber pensar. Por conseguinte, não sabem elaborar

32 SIKES, P. J. The life cycle of the teacher. In: BALL, S. J.; GOODSON, I. F. (Eds.). *Teachers' lives and careers*. Londres: Falmer Press, 1992. pp. 27-60.

33 HUBERMAN, M. O ciclo de vida profissional dos professores. In: NÓVOA, A. (Org.). *Vidas de professores*. Porto: Porto Editora, 1995. pp. 31-61.

34 MIZUKAMI, M. G. N. Docência, trajetórias pessoais e desenvolvimento profissional. In: REALI, A. M. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (Orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar, 1996. pp. 59-91.



com mão própria, preferindo engolir os conteúdos sem conseguirem apresentar uma proposta original. São incapazes de manejar conhecimentos, isto é, não sabem recorrer à pesquisa como forma de aprendizagem e renovação de conhecimentos.

No ensino convencional os alunos estudam para provas e muitos professores medem a qualidade de seus cursos pelo índice de reprovação nelas. Neste contexto as instituições ainda insistem em promover o domínio de conteúdos, que ficam obsoletos rapidamente, em vez das habilidades básicas de aprendizagem permanente. Ademais, os currículos não refletem o fato de que, conquanto não exista profissional sem domínio específico de conteúdos, a aprendizagem não é um processo cumulativo linear.³⁵

Currículos de Engenharia

Os currículos de engenharia no Brasil entendem a aprendizagem como um processo cumulativo linear e são pautados no modelo da racionalidade técnica, isto é, na suposição de que a atividade profissional consiste na solução de problemas mediante a simples aplicação da técnica e da teoria científicas. Nada mais antagônico ao exercício da engenharia, já que, embora sendo orientado pelos conhecimentos científicos, o fazer dos engenheiros não é controlado somente pelos fatos físicos, pois gerencia esses conhecimentos de modo a agrupá-los em novas relações. Não existe uma visão mais equivocada que aquela que mostra engenheiros implacavelmente guiados pela matemática e por processos laboratoriais a uma solução única para seus problemas; as soluções raramente são únicas na engenharia.³⁶

35 DEMO, P. Profissional do futuro. In: VON LINSINGEN, I. et al. (Orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. pp. 29-50.

36 CROSS, H.; GOODPASTURE, R. C. An engineer looks at himself. In: DAVENPORT, W. H.; ROSENTHAL, D. (Eds.). *Engineering: its role and function in human society*. Londres: Pergamon Press, 1967. pp. 80-83.





A despeito dessa constatação, a maioria dos currículos de engenharia segue dando ênfase excessiva à acumulação de conteúdos de natureza predominantemente técnica e científica, trabalhados em um número elevado de disciplinas, em que raramente se cogita sobre o significado desses conteúdos. Nestes currículos, raramente há lugar para a resolução de problemas em grupos e promoção da criatividade.

De fato, há pouca preocupação em desenvolver habilidades e atitudes profissionais e sociais dos alunos. Em alguns currículos de engenharia, é possível encontrar disciplinas em que atitudes são discutidas (e.g., ética profissional), o que demonstra desconhecimento — por parte daqueles que os conceberam — de que habilidades e atitudes podem ser mais bem trabalhadas por meio da forma, isto é, da metodologia de ensino.

Os conteúdos trabalhados nas disciplinas dos currículos de engenharia são geralmente conhecimentos fixos e acabados, isto é, informações legitimadas pela ciência, sendo raramente problemas e dilemas enfrentados hoje no mundo real. As atividades de laboratório existentes nos currículos de engenharia geralmente consistem na mera reprodução de procedimentos para confirmar a teoria, mas mesmo assim são consideradas como pesquisa.

Esse tipo de currículo poderia ser classificado como “coleção”. Bernstein, citado por Cunha,³⁷ define dois tipos de currículo: “coleção” e “integração”. Nos currículos do tipo “integração” os limites entre os conteúdos são pouco definidos. Ao contrário, no currículo do tipo “coleção” há uma estrutura bastante fechada, com profundas fronteiras entre os conteúdos e forte enquadramento. A literatura mostra que os currículos “coleção” são predominantes nos cursos universitários que trabalham com conhecimentos com maior valor de mercado, como é o caso dos cursos de engenharia.

³⁷ CUNHA, M. I. Aportes teóricos e reflexões da prática: a emergente reconfiguração dos currículos universitários. In: MASETTO, M. T. (Org.). *Docência na universidade*. Campinas: Papirus, 2002. pp. 27-38.



É uma reclamação constante entre alunos e professores que essa coleção de disciplinas deixa aos alunos pouco tempo para estudo independente e atividades extracurriculares. De fato, a carga horária de contato direto professor–aluno em cursos de engenharia no Brasil é considerada alta mesmo quando comparada àquela de currículos de instituições estrangeiras que adotam o mesmo modelo educacional. Esta disparidade é atribuída ao entendimento de que caberia ao professor suprir na sala de aula a carência existente de laboratórios e bibliotecas em muitas instituições brasileiras à época da implantação dos cursos.³⁸

Essa alta carga horária de contato direto professor–aluno em currículos de engenharia também pode ser atribuída à confusão entre o que se entende por currículo. Muitos educadores e planejadores educacionais confundem currículo com grade curricular — i.e., o conjunto de disciplinas, conteúdos e cargas horárias.³⁹ O currículo, por sua vez, extrapola a grade curricular, englobando todas as situações de aprendizagem, tais como as visitas técnicas, as pesquisas em bibliotecas e na Internet, as entrevistas com especialistas, a participação de simpósios e congressos, o envolvimento com projetos de extensão, entre outras.

Já a organização das disciplinas nos currículos parece refletir a concepção positivista do conhecimento presente no ensino superior como um todo no país, ou seja, a idéia de que o aluno precisa ter domínio da teoria para conseguir entender a realidade e a prática profissional. Para atingir esta finalidade, as disciplinas são dispostas sequencialmente e linearmente, de modo que os alunos sejam expostos às ciências básicas nos primeiros anos, depois às ciências aplicadas e laboratórios e, comumente no quinto ano, às disciplinas práticas

38 SALUM, M. J. G. Os currículos de engenharia no Brasil: estágio atual e tendências. In: VON LINSINGEN, I. et al. (Orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. pp. 107-117.

39 BORGES, M. N.; VASCONCELOS, F. H. Novos princípios e conceitos do projeto curricular para cursos de graduação em engenharia. *Revista de Ensino de Engenharia*, n. 17, pp. 19-26, 1997.

(estágios e projetos). Por intermédio das últimas busca-se integrar dos conhecimentos transmitidos durante todo o curso. Quando há uma tentativa de colocar os alunos em contato com a engenharia nos primeiros anos, isto geralmente ocorre em disciplinas de cunho informativo.

Nesse modelo, os currículos também são estruturados de modo a segregar os alunos em termos cronológicos e em termos de disciplinas. Sua ênfase é geralmente colocada na apresentação do conteúdo por meio de fatos, conceitos teóricos e procedimentos computacionais, sendo esta ditada pelo ponto, isto é, o objetivo do professor é cobrir certo número de tópicos estabelecidos pelo currículo.

A perpetuação desse modelo curricular na formação em engenharia é considerada negativa, já que a forma como os currículos são estruturados define o processo de ensino-aprendizagem que neles acontece. Uma carga horária excessiva de contato direto (aulas e laboratórios) sinaliza a ocorrência de um ensino centrado no professor, enquanto a separação entre as matérias das ciências básicas, aplicadas e profissionalizantes dificulta o entendimento da importância da ciência na prática profissional. Ademais, a localização dos momentos de integração de conhecimentos (projetos de último ano) nos cursos já pressupõe que, individualmente ou em pequenos grupos, os conhecimentos não têm sentido.⁴⁰

Os atuais currículos de engenharia também tendem a repetir os mesmos conteúdos em várias disciplinas, o que é atribuído pelos professores ao fato de os alunos chegarem a sua disciplina sem saber determinado conteúdo-requisito para o entendimento de sua disciplina. O fato de muitas vezes os docentes terem razão nesta justificativa indica o descompasso na relação ensino-aprendizagem, principalmente quanto à lógica da sequência do aprendizado e à forma com que os conteúdos são integrados, ou mesmo trabalhados.⁴¹

Para contrabalançar os efeitos deletérios desse modelo instrucional no ensino de engenharia, propõe-se o ensino das ciências básicas à

⁴⁰ Salum (op. cit.).

⁴¹ *Idem.*

maneira *just-in-time* (i.e., sob demanda), buscando somente o conhecimento necessário para dar suporte àquilo que está sendo trabalhado no momento, em vez de ensinar todo o conteúdo dessas disciplinas nos primeiros anos e confiar na memória dos alunos quando esses conhecimentos forem necessários nos últimos anos.⁴² Além disso, recomenda-se que a teoria seja introduzida em um contexto de aplicações reais de engenharia.

Para se chegar a um currículo que atenda às necessidades dos futuros engenheiros, alguns autores propõem o abandono do modelo “coleção” e a adoção de uma abordagem sistêmica de planejamento curricular.⁴³ Esse planejamento — envolvendo a colaboração dos docentes responsáveis pelos conteúdos — deveria incluir a definição das metas (pressupostos filosóficos e políticos) e os objetivos (em termos daquilo que os alunos deverão saber realizar) dos programas de estudo, a escolha de metodologias de ensino-aprendizagem que dêem conta desses objetivos, a inclusão de mecanismos de avaliação de desempenho e aprimoramento contínuo de alunos, docentes e programas, a integração dos conteúdos e a aproximação entre os atores (professores, alunos de vários anos e administradores), entre a teoria e a prática, entre a escola e o mundo do trabalho e entre a academia e a comunidade.

Aula na Engenharia

Um rápido olhar sobre o que ocorre na maioria das escolas de engenharia brasileiras — e na maioria dos países — mostra que nelas prevalece o modelo convencional de ensino, quer dizer, o ensino centrado no professor, na transmissão/recepção de conteúdos científicos e tecnológicos e nos resultados. Esta metodologia tradicional de ensino — embora não possa ser caracterizada como um modelo

42 SHEAHAN, B. H.; WHITE, J. A. Quo vadis, undergraduate engineering education? *Engineering Education*, Dec., pp. 1017-1022, 1990.

43 Borges & Vasconcelos (op. cit.).

único — fundamenta-se principalmente na transmissão de conhecimentos pelo professor e recepção passiva da parte dos alunos.

Paradoxalmente, a metodologia tradicional ao processo de ensino-aprendizagem tem bastante aceitação em universidades que realizam pesquisa, apesar de não se fundamentar implícita ou explicitamente em teorias empiricamente validadas, mas numa prática educativa e na sua transmissão através dos anos.⁴⁴ Nesta direção, é preciso lembrar que a metodologia convencional de ensino foi criada quando os livros eram raros e caros e a aula expositiva era uma forma eficiente de transmitir conhecimentos. Embora considerem que possa ser eficiente em determinadas situações educacionais, Duch⁴⁵ e outros autores creditam a persistência da metodologia expositiva no ensino superior ao fato de ser “familiar, fácil e como nós aprendemos. Contudo, pouco faz para favorecer o desenvolvimento de habilidades processuais para complementar o conhecimento do conteúdo”.

Se a adoção de abordagens expositivas é corriqueira em muitas instituições de ensino superior, é possível presumir que seu uso tenha ainda maior aceitação no ensino de engenharia. De fato, a literatura indica a grande disseminação desta metodologia no ensino das ciências exatas e aplicadas —nas quais prevalece uma cultura institucional pautada na perspectiva positivista da ciência — e em instituições que abrigam programas de pós-graduação e, conseqüentemente, pesquisa.⁴⁶ Uma caracterização que se aproxima muito das escolas de engenharia brasileiras, em particular: das públicas.

Essas metodologias convencionais de ensino parecem ser prestigiadas nas escolas de engenharia a despeito de tampouco corresponderem ao que a literatura sugere para a educação de adultos. A literatura sugere que o ensino de adultos deveria estar mais direcionado à

44 MIZUKAMI, M. G. N. *Ensino: abordagens do processo*. São Paulo: Editora Pedagógica, 1986.

45 DUCH, B. J.; GROH, S. E.; ALLEN, D. E. Why Problem-Based Learning? A case study of institutional change in undergraduate education. In: DUCH, B. J. et al. (Eds.). *The power of Problem-Based Learning*. Sterling: Stylus, 2001. p. 5.

46 Menges & Austin (op. cit.).

satisfação das necessidades e dos interesses dos alunos, às situações reais, à análise de experiências, à autonomia dos alunos.

Para Knowles,⁴⁷ “o papel do professor é comprometer-se com um processo de mútua investigação com eles ao invés de transmitir-lhes seu conhecimento e depois avaliar sua conformidade”. O autor também coloca que a educação de adultos deveria atentar para as diferenças individuais dos alunos, mais marcantes à medida que amadurecem, considerando seus diferentes estilos, tempos e ritmos de aprendizagem — o que parece não ocorrer em ambientes de ensino convencionais.

Os alunos adultos — definidos como aqueles que têm 25 ou mais anos e/ou já estão inseridos no mercado de trabalho⁴⁸ — constituem um segmento da população estudantil significativo na pós-graduação em engenharia e tende a crescer no nível da graduação. Ademais, conquanto muitos alunos de graduação nesta área de conhecimento não possam ser considerados adultos segundo este critério, esta é a postura que se espera deles ao final do curso. Assim, caberia à instituição de ensino superior prepará-los para atender também a esta expectativa, contribuindo para contrabalançar os efeitos infantilizantes e apassivadores da sociedade de consumo.

De qualquer forma, mesmo os autores que não contestam a eficiência da metodologia convencional no ensino de engenharia — em determinadas circunstâncias — admitem que ela favorece um único grupo de alunos. Felder,⁴⁹ por exemplo, defende que somente os alunos com um estilo de aprendizagem intuitivo, verbal, dedutivo, reflexivo e seqüencial se adaptariam bem a este tipo de ensino.

Por outro lado, a literatura sobre perfis desejáveis de engenheiros sugere que a sala de aula convencional não seja capaz de atender de modo eficaz aos objetivos educacionais voltados para uma forma-

47 KNOWLES, M. *The adult learner: a neglected species*. Houston: Gulf Publishing Company, 1984.

48 Knowles (op. cit.).

49 FELDER, R. M. American engineering education: current issues and future directions. *International Journal of Engineering Education*, v. 9, n. 4, pp. 266-269, 1993.

ção que concorra para uma vida profissional bem-sucedida. Isto é, não é possível atingir os objetivos de conhecimentos, habilidades e atitudes — i.e., domínio do conhecimento específico e o desenvolvimento de habilidades e atitudes, tais como a solução de problemas, o pensamento crítico e criativo, habilidades comunicativas e interpessoais, ética e respeito pelas opiniões de outros — mediante a recepção passiva e acrítica de conhecimentos fixos e acabados.

Mesmo quando é permitido aos alunos participar ativamente nas salas de aula e nos laboratórios convencionais, por meio da colocação de problemas, estes geralmente não representam situações reais de atuação profissional. As situações enfrentadas por profissionais são na maior parte das vezes incertas e desordenadas. Isto parece ser particularmente verdadeiro na prática da engenharia, segundo Prata,⁵⁰ na qual não se dá a este profissional a possibilidade de escolher o problema com que deseja trabalhar; “ele deve resolver os problemas que lhe são postos e que, muitas vezes, envolvem aspectos não corriqueiros e cuja solução, em geral, deve satisfazer interesses conflitantes”.

Schön⁵¹ ilustra a dicotomia entre a prática e o trabalho escolar em um ambiente de aprendizagem tradicional, colocando as características dos problemas utilizados no ensino convencional de engenharia civil e daqueles comumente enfrentados por estes profissionais em seu cotidiano. Um problema no ensino convencional demanda, por exemplo, que os alunos aprendam a construir uma estrada, enquanto na vida real o principal problema dos engenheiros civis é decidir qual estrada construir. Em função destes dilemas da prática, os engenheiros deveriam saber conciliar conhecimentos em ciência e tecnologia a aspectos econômicos, sociais e políticos do contexto de intervenção, estimar os impactos ambientais, enfrentar questões orçamentárias, negociar com empreiteiros e comandar mão-de-obra.

50 PRATA, A. T. Comentários sobre a atuação do engenheiro-professor. In: VON LINSINGEN, I. et al. (Orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. p. 161.

51 Schön (op. cit.).



A despeito disso, os problemas na sala de aula convencional de engenharia seguem objetivando, via de regra, somente a aplicação de conhecimentos previamente ensinados e cuja resolução segue fórmulas e procedimentos preestabelecidos. Além de ser uma metodologia de aprendizagem questionável, a resolução mecânica de problemas parece não encorajar um tipo de comportamento desejável na atuação de qualquer profissional: a criatividade. A promoção da criatividade dos alunos é importante, visto que o novo ambiente de trabalho dos engenheiros, por causa dos aspectos arrolados anteriormente, rejeita os profissionais cujas funções podem ser automatizadas e seleciona aqueles que são tecnicamente competentes e demonstram as habilidades e atitudes compatíveis com uma organização inovadora.⁵²

Os problemas propostos nas abordagens convencionais de ensino de engenharia também são criticados por serem quase sempre de fim fechado, isto é, com uma única resposta correta (o “*one best way*” do taylorismo), em que o conteúdo em questão determina o tipo de problema a ser resolvido. Ademais, são utilizados procedimentos inadequados, em que fatores relevantes são negligenciados, o que leva à solução correta de problemas errados.⁵³ Nestas situações, a heurística geralmente toma a dianteira dos procedimentos, sendo considerada mais importante que os problemas que ajuda resolver, apesar de se saber que na vida real o procedimento de solução é dependente do problema, de sua estrutura, de seu assunto e contexto.

Ainda na perspectiva da educação de adultos, Kidd⁵⁴ afirma que não há uma “resposta correta” à maioria dos problemas significativos enfrentados por estes indivíduos, já que seria impossível verificá-la a ponto de se remover toda a dúvida. Segundo o autor, esta incerteza

52 SILVA, D. O engenheiro que as empresas querem hoje. In: VON LINSINGEN, I. et al. (Orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. pp. 77-88.

53 BELHOT, R. V. Repensando o ensino de engenharia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA, 24., 1996, Manaus. *Anais...* Manaus, 1996. v. 2, pp. 27-36.

54 KIDD, J. R. *How adults learn*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1978.



faz parte dos problemas nas empresas, nas relações familiares e na política. Além disso, os alunos deveriam ser estimulados a pensar sobre o impacto das soluções propostas por eles em outros indivíduos, na sociedade e no meio ambiente.

Inversamente ao que ocorre na sala de aula convencional de engenharia, os alunos deveriam ser ensinados a valorizar o erro, em vez de se concentrarem na busca da “resposta correta”, já que ele pode constituir importantes oportunidades de aprendizagem. Neste sentido, é necessário lembrar que um dos propósitos mais importantes da educação de adultos é conferir-lhes a oportunidade de trabalhar com soluções independentes do alto custo dos erros. Ao assumirem papéis, os alunos podem propor soluções concretas para problemas em condições reais, porém simuladas, nas quais os efeitos dos “erros” não são tão desastrosos.

Essa valorização da resposta correta é particularmente marcante nos procedimentos de avaliação de desempenho dos alunos usualmente adotados pelas universidades. Estas não parecem levar em conta que a avaliação é um processo dinâmico de reflexão e tampouco entendem a avaliação e a aprendizagem como um só processo. Ao contrário, nestas instituições a avaliação é quase sempre somativa, ou seja, raramente subsidia a formação dos alunos, o desenvolvimento profissional dos docentes ou o aprimoramento das disciplinas/cursos.

De modo geral, a sistemática de avaliação existente na maior parte do ensino de engenharia também não atende às recomendações encontradas na literatura para uma avaliação eficaz e eficiente, que demanda a diversificação dos instrumentos de avaliação, a descentralização dos momentos de avaliação, a adequação da forma de avaliação ao tipo de habilidade ou competência que se deseja avaliar, a explicitação junto aos alunos dos critérios de avaliação, o uso de instrumentos de auto-avaliação dirigidos e orientados por critérios determinados coletivamente, a utilização de instrumentos de avaliação global analisando atitudes diante do conhecimento e da apren-

dizagem (frente a si mesmo e aos outros) e a adoção de processos paralelos de recuperação efetivos.⁵⁵

Como é comum em metodologias convencionais de ensino, na maioria das escolas de engenharia o desempenho dos alunos é medido por meio de provas, nas quais a boa memorização de fatos e dados é fator fundamental de sucesso. Essas provas geralmente se concentram no meio e no final do semestre, e seus critérios são determinados pela instituição, freqüentemente pelos próprios professores responsáveis pela disciplina. Esses critérios geralmente não são explicitados, ou seja, não é explicado claramente aos alunos o que se espera que saibam ao final do curso. Raramente habilidades e atitudes são avaliadas, e a avaliação por pares ou do processo é virtualmente inexistente.

O desempenho insatisfatório nas provas e nos relatórios é em geral atribuído aos alunos e, em casos extremos, aos professores. Desta forma, analogamente ao modelo de produção em massa, culpam-se os atores pelo fracasso escolar em vez de se buscar a causa da deficiência no processo de ensino-aprendizagem. Pouco se cogita que a razão do fraco desempenho dos alunos poderia estar na utilização de metodologias de ensino que falharam, de acordo com Bruner,⁵⁶ “ao arregimentar as energias naturais que sustentam a aprendizagem espontânea: a curiosidade, o desejo de competência, a aspiração de seguir um modelo, e a dedicação e reciprocidade social”.

Docência na Engenharia

A principal característica dos professores dessa área de conhecimento é a carência de formação pedagógica. No ensino de engenharia,

55 RAMOS, E. M. F. O papel da avaliação educacional nos processos de aprendizagem autônomos e cooperativos. In: VON LINSINGEN, I. et al. (Orgs.). *Formação do engenheiro: desafios da atuação docente, tendências curriculares e questões contemporâneas da educação tecnológica*. Florianópolis: Editora da UFSC, 1999. pp. 207-230.

56 BRUNER, J. S. *Uma nova teoria da aprendizagem*. Rio de Janeiro: Bloch, 1973. p. 125.

como acontece no ensino superior em geral, é bastante provável que a maioria dos professores das disciplinas básicas e específicas advinha diretamente de bacharelados e de programas de pós-graduação, nos quais há pouco ou nenhum conteúdo ou prática pedagógica.

Entretanto, esta deficiência não parece oferecer obstáculos à contratação dos professores, já que esta ainda aparenta se fundamentar na crença, colocada por Masetto,⁵⁷ “inquestionável até bem pouco tempo, vivida tanto pela instituição que convidava o profissional a ser professor quanto pela pessoa convidada ao aceitar o convite: quem sabe, automaticamente, sabe ensinar”. Isto é um paradoxo, já que a universidade reconhece que há um conhecimento específico para o exercício da docência mediante a oferta de cursos de licenciatura que o legitima por meio da diplomação, mas que nega sua existência quando se trata de seus próprios docentes.⁵⁸

Mesmo após a contratação de professores sem formação pedagógica, as instituições raramente oferecem oportunidades para sua capacitação em serviço no próprio local de trabalho e tampouco os encoraja a buscá-la em outros lugares — um reflexo da desvalorização do ensino e do “primado da pesquisa”. Sheahan & White⁵⁹ ilustram esta situação relatando que estiveram muitas vezes perante seus chefes de departamento para apresentar suas pesquisas e publicações, mas ninguém jamais esteve em suas aulas para avaliar suas habilidades didáticas.

A ausência de formação pedagógica somada ao contexto da sala de aula de engenharia, constricta e com um número grande de alunos com diferentes níveis de motivação, faz com que o docente em geral adote metodologias expositivas de ensino. Para Dreeben, na falta de alternativas metodológicas, de modo a conseguir a aten-

57 MASETTO, M. T. Professor universitário: um profissional da educação na atividade docente. In: MASETTO, M. T. (Org.). *Docência na universidade*. Campinas: Papirus, 2002. p. 11.

58 CUNHA, M. I. Ensino como mediação da formação do professor universitário. In: MOROSINI, M. C. (Org.). *Professor do ensino superior: identidade, docência e formação*. Brasília: Plano Editora, 2001.

59 Sheahan & White, op. cit.

ção e o envolvimento dos alunos, só resta ao professor postar-se à frente da sala e tentar manter os procedimentos de instrução e gerenciamento da sala de aula sob seu comando, falando (palestrando, perguntando e demonstrando) a maior parte do tempo e controlando “a participação dos alunos (presumivelmente reduzindo sua imprevisibilidade) mediante perguntas rápidas que reduzem o envolvimento dos alunos, em especial, às situações criadas pelo professor”.⁶⁰

As instituições de ensino ainda reforçam essa prática convencional de ensino ao encorajar os docentes a buscarem a eficiência em vez da eficácia, apenas cumprindo o programa, administrando a sala de aula e desenvolvendo a habilidade de imitar formas clichês de ensinar. Assim, a energia dos professores, que deveria ser utilizada na reflexão sobre sua prática e na concepção de novas formas de ensinar, acaba por ser despendida na imitação do fazer de professores que tiveram quando alunos.

No ambiente educacional convencional, mesmo os bons professores trabalham na perspectiva de transmissão de conhecimento, o que é aceito ou até esperado pelos alunos. Pautam sua prática em suas próprias vivências como alunos, repetindo as experiências que consideram positivas e evitando as negativas, acarretando assim um ciclo de reprodução. Alguns professores podem até apresentar bem o conteúdo, mas desconhecem procedimentos que poderiam promover o desenvolvimento da autonomia e a disposição para a aprendizagem contínua dos alunos.

Porém, é preciso ressaltar que a situação de ausência de formação não reflete necessariamente desinteresse pelo ensino e não se deseja, obviamente, retornar a uma situação preexistente em universidades públicas brasileiras, anterior à reforma universitária de 1968 e ainda corriqueira em instituições privadas, na qual os docentes não desenvolvem pesquisas e são meros transmissores de conhecimentos fixos e acabados. Sabe-se que muitos professores de engenharia e das de-

⁶⁰ Dreeben (op. cit., p. 466).

mais áreas procuram nortear seu trabalho pelo princípio de indissociabilidade entre ensino e pesquisa.

Todavia, isto só pode ser atingido com o apoio da instituição, fornecendo-lhes as condições necessárias para que realizem pesquisa e ensino de boa qualidade. É possível supor que, quando as instituições provêem aos professores as condições para que reflitam, discutam e aprimorem sua prática, eles o façam. A literatura indica que há muitos professores sem nenhuma formação como educadores (e.g., médicos e engenheiros), mas que estão predispostos a inovar e criar condições de ensino condizentes com as necessidades dos alunos.⁶¹

Em suma, a combinação de ausência de formação pedagógica, falta de interesse pelo ensino, valorização da pesquisa em detrimento do ensino e condições insuficientes para realizar pesquisa e ensino simultaneamente, faz com que muitos dos professores de engenharia, mesmo os bem-intencionados, sejam engenheiros (ou matemáticos, químicos, físicos, entre outros bacharéis) que ensinam. Apenas transmitem informações, raramente refletem sobre suas práticas e reproduzem os mesmos procedimentos pedagógicos que vivenciaram como alunos.

Independentemente de os professores de engenharia estarem genuinamente interessados no ensino e/ou de as instituições valorizarem pouco as habilidades didáticas de seus docentes, a necessidade de capacitação de professores para o ensino superior parece ser consenso entre muitos estudiosos. Por exemplo, a UNESCO recomenda que — nesta época de rápidas transformações e grande produção de conhecimentos, em que se espera que as instituições de ensino superior satisfaçam as necessidades educativas de um público cada vez mais numeroso e variado — seja dada maior importância à qualidade da formação dada aos professores e à qualidade do ensino prestado.⁶²

61 PIMENTEL, M. G. Professores emergentes falam de sua prática. In: REALI, A. M. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (Orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar, 1996. pp. 167-172.

62 Delors (op. cit.).

Este consenso também emana do entendimento de que não haveria mais lugar nas universidades para o professor “fonte de conhecimentos” no mundo de hoje. Cunha⁶³ acredita que a revolução tecnológica das últimas décadas esteja produzindo “a fórceps” uma nova docência, e manter o modelo do professor detentor e transmissor de informações seria o mesmo que sentenciar a docência universitária à extinção, já que poderia, facilmente e com vantagem, ser substituída pelos meios de comunicação e pelas mídias.

Não obstante a existência desse consenso, não há clareza com relação à forma como a capacitação pedagógica do professor de engenharia poderia ocorrer. Prata, por exemplo, sugere que as questões pedagógicas sejam valorizadas, sem especificar como isto deve ser feito, “nas boas escolas de engenharia [...] a ponto de estimular e provocar a auto-formação dos docentes nesta área”.⁶⁴ Já Felder⁶⁵ propõe que cursos de capacitação em didática no ensino superior sejam oferecidos a alunos de pós-graduação e a docentes, além de programas para novos professores. Neste sentido, Masetto⁶⁶ relata algumas iniciativas para a formação de docentes para o ensino superior no Brasil, que poderiam ser utilizadas em escolas de engenharia. Bemowski⁶⁷ também coloca algumas experiências inovadoras a este respeito, tais como laboratórios de ensino, aos quais os docentes podem recorrer para aprimorar sua metodologia de ensino.

De qualquer maneira, sendo essa capacitação formal ou informal, antes e/ou durante o exercício da docência, a literatura mostra que a formação de professores, em quaisquer campos de conhecimento, é um processo complexo e envolve condições que extrapolam a preparação técnica. Os fatores que levam um indivíduo a ser um bom pro-

63 Cunha (2001).

64 Prata (op. cit.).

65 Felder (op. cit.).

66 MASETTO, M. T. Pós-graduação: rasteando o caminho percorrido. In: SERBINO, R. V. et al. (Orgs.). *Formação de professores*. São Paulo: Editora da UNESP, 1998. pp. 149-160.

67 BEMOWSKI, K. Restoring the pillars of higher education. *Quality Progress*, Oct., pp. 37-42, 1991.

fessor universitário são igualmente complexos, já que nem mesmo um tempo longo de experiência garante eficácia nesta atividade.⁶⁸

A literatura também mostra que há vários tipos de conhecimento ou saberes necessários para uma prática docente eficaz. Ainda que seja imprescindível, o domínio do conteúdo específico é apenas um dos elementos que compõem os saberes docentes. Além dos saberes disciplinares que correspondem aos diversos campos do conhecimento, Tardif arrola os saberes curriculares (i.e., objetivos, conteúdos e metodologias de ensino) e os saberes experienciais (i.e., advindos da prática). De acordo com o autor, idealmente o professor “deve conhecer sua matéria, sua disciplina e seu programa, além de possuir certos conhecimentos relativos às ciências da educação e à pedagogia e desenvolver um saber prático baseado em sua experiência cotidiana com os alunos”.⁶⁹

Nessa direção, Shulman⁷⁰ considera o domínio do conteúdo como componente de um todo maior que chama de base de conhecimento da docência. Essa base inclui outros conhecimentos, tais como o conhecimento pedagógico geral, o conhecimento pedagógico do conteúdo, o conhecimento do aluno e de suas características, o conhecimento do currículo e o conhecimento das finalidades, valores e bases históricas da educação. Entre esses componentes destaca-se o conhecimento pedagógico do conteúdo, isto é, a forma como o professor combina o conhecimento do conteúdo específico com os demais conhecimentos (i.e., pedagógico geral, dos alunos, do contexto, entre outros) de modo a promover a aprendizagem dos alunos.

Esses autores acreditam que para desenvolver adequadamente esses saberes/conhecimentos da docência todo professor deveria ser capacitado. Porém, no caso de professores de engenharia, existe pouca literatura a respeito do desenvolvimento profissional de profes-

68 Menges & Austin (op. cit.).

69 Tardif (op. cit., p. 39).

70 SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Educational Review*, v. 57, n. 1, pp. 1-22, 1987.

res com a característica mencionada, isto é, sem formação inicial. Por outro lado, sabe-se que a preparação para a docência somente por meio da oferta de disciplinas, cursos ou *workshops* teóricos sobre aspectos didáticos, metodológicos, entre outros, não é suficiente. Esses *workshops* só servem para sensibilizar os professores para a existência de alternativas instrucionais; não são capazes de modificar suas concepções sobre o ensino.

Isso importa na medida em que a literatura mostra que sem essa modificação quaisquer inovações educacionais assumidas pela escola podem vir a ser, consciente ou inconscientemente, adotadas somente no plano do discurso ou mesmo sabotadas pelos professores. Kem-ber⁷¹ coloca as concepções dos professores do ensino superior em um *continuum*. Em um dos extremos desse *continuum* está a concepção de ensino como um processo de transmissão de informações, na qual os alunos são vistos como *tábula rasa*, e o bom professor, como aquele que tem sólidos conhecimentos acadêmicos. Os professores que advogam essa concepção de ensino tendem a favorecer metodologias expositivas de ensino, sendo necessário, portanto, antepor sua descristalização à qualquer tentativa de inovação pedagógica. A capacitação de professores deveria ser capaz de levá-los ao outro extremo do *continuum*, em que o ensino é concebido como facilitação da aprendizagem dos alunos, cujo resultado é a compreensão, em vez da memorização, dos conhecimentos.

A literatura sobre formação de professores que mais se aproxima do contexto estudado — i.e., a capacitação de professores atuantes sem formação pedagógica prévia — é aquela que discute a formação continuada. Esta tem apontado para uma formação centrada na prática, na atividade cotidiana da sala de aula, próxima dos problemas reais dos professores, assumindo uma dimensão participativa, flexível e investigadora.⁷²

71 KEMBER, D. A reconceptualization of the research into university academics' conceptions of teaching. *Learning and Instruction*, v. 7, n. 3, pp. 255-275, 1997.

72 MARCELO GARCIA, C. Formação de professores: centro de atenção e pedra-de-toque. In: NÓVOA, A. (Org.). *Os professores e sua formação*. Lisboa: Dom Quixote, 1992. pp. 51-76.

Essa perspectiva de formação contínua valoriza a prática pedagógica reflexiva e crítica, ilustrando a tendência crescente na formação de professores, e outros profissionais, com base na epistemologia da prática.⁷³ É uma formação que busca minimizar a dicotomia taylorista entre aqueles que pensam e aqueles que executam, entre os que produzem conhecimento e os que o aplicam, entre a teoria e a prática, entre a academia e as escolas.

Para atingir esse fim, Candau⁷⁴ acredita ser fundamental que o *locus* da formação continuada seja deslocado da universidade (o *locus* de formação por excelência) e de espaços com ela articulados para o local de trabalho do professor, já que é lá que ele “aprende, desaprende, reestrutura o aprendido, faz descobertas e [...] muitas vezes vai aprimorando sua formação”. Entretanto, fazer do local de trabalho do professor o espaço para a formação continuada por si só não garante sua eficácia, pois é necessário que esta formação seja estruturada em torno de problemas e de projetos de ação em vez de conteúdos acadêmicos, reconheça o saber docente e leve em consideração as etapas do desenvolvimento profissional do magistério.

Entre as várias modalidades de formação continuada no local de trabalho, a colaboração entre pesquisadores acadêmicos e professores das escolas/universidades tem sido apontada como capaz de favorecer o desenvolvimento profissional de ambas as partes.⁷⁵ Essa colaboração ainda seria capaz de contribuir para aproximar essas duas instâncias (os professores e os pesquisadores educacionais) e os saberes produzidos por elas, além de reduzir o sentimento negativo por parte de professores em relação à pesquisa acadêmica.

73 Schön (op. cit.).

74 CANDAU, V. M. F. Formação continuada de professores: tendências atuais. In: REALI, A. M. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. (Orgs.). *Formação de professores: tendências atuais*. São Carlos: EdUFSCar, 1996. pp. 139-152.

75 MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R.; REYES, C. R.; MARTUCCI, E. M.; LIMA, E. F.; TANCREDI, R. M. S. P.; MELLO, R. R. *Aprendizagem da docência: pesquisas e especificidades metodológicas*. São Carlos: EdUFSCar, 2002.