DESAFIOS PARA ENSINO E PESQUISA EM HIDRÁULICA

Edith Beatriz Camaño Schettini[1]

Resumo - A presente exposição trata dos desafios a que está e estará submetida a área Hidráulica nos próximos anos. Serão discutidos os diferentes níveis onde é necessário o ensino de Hidráulica e os fatores que o afetam, bem como o rumo da pesquisa nesta área.

Abstract - In this work we consider present and future challenges in which Hydraulics will be submitted. It will be discussed the different levels where it should be necessary more Hydraulic's education, components that affected it and conditions and orientation for new researches.

Palavras-chave - hidráulica, mecânica dos fluidos, ensino, pesquisa, ensino técnico, graduação, pós-graduação

INTRODUÇÃO

Um dos primeiros tópicos a discutir nesta Mesa Redonda é a palavra-chave utilizada no título da Mesa Redonda: "Hidráulica". A Hidráulica foi, durante muito tempo, uma área importante de pesquisa e desenvolvimento, mas ela perdeu força nos últimos anos, devido à falta de investimento em grandes obras. Atualmente, com a crise energética, tem recomeçado a discussão sobre a necessidade de construir novas obras. Por outro lado, a natural diversificação de conhecimentos provocada pela globalização, induz à utilização de novos conceitos e ferramentas para melhor compreender os fenômenos físicos. Isto trará, sem dúvidas, um novo ar para as pesquisas e uma renovação nas metodologias utilizadas.

A formação dos profissionais que hoje atuam no setor deve estar adequada às atuais exigências, sempre considerando que estas exigências tem uma dinâmica bastante cambiante em poucos anos. Isto nos leva a discutir a relação entre Hidráulica e Mecânica de Fluidos. Devemos estudar Hidráulica ou Mecânica de Fluidos? Devemos ir da teoria básica à aplicada ou vice-versa?

[1] Instituto de Pesquisas Hidráulicas – IPH / UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500 – Porto Alegre (RS) – CEP 91501-970
Tel.: (51) 3316 7502 / 6670 – Fax: (51) 3316 7509 – e_mail: bcamano@iph.ufrgs.br

O que devemos ensinar a nossos alunos? As respostas serão mais ou menos diferentes segundo o mestre de orquestra que escutemos. Alguns dirão que nossos alunos devem ter uma formação geral, com conhecimentos práticos e simplificados, que resolvam os problemas do dia-a-dia. Outros, colocarão na discussão a necessidade de se ter um profundo e amplo conhecimento básico, bem fundamentado do ponto de vista teórico. Uma simplificação um tanto grosseira nos levaria a pensar que os primeiros optam por formações tipo "receita de bolo", os segundos por "rato de biblioteca". A posição mais recomendada é o equilíbrio entre ambas (fácil a dizer, difícil a executar). Mas só com metas claras em um projeto de país desenvolvido poderemos encontrar esse equilíbrio, que nos levará a uma formação sólida e útil de nossos profissionais.

Não quero fugir da discussão nem dar a impressão de não ter uma opinião formada: acho que aqueles profissionais com poucos anos de experiência prática, que estão começando a lidar com Recursos Hídricos (e coloco aqui desde Hidráulica a Meio Ambiente, passando por Saneamento), têm um déficit de formação teórica importante. Necessitamos que nossos futuros substitutos saiam de seus nichos educativos bem preparados teoricamente para podermos confiar em suas decisões. Não importa se aquele problema que ele está atacando hoje não o viu antes. O que importa é que os fundamentos que ele adquiriu sejam suficientes para que possa resolver o problema que lhe é colocado, sem o risco de cometer erros grosseiros. Importa ainda que esse profissional tenha sua auto-estima alta (sem exagerar...), para confiar nas decisões que irá tomar. Por outro lado, temos os profissionais com vários anos de experiência, que a prática os leva a simplificar ao máximo seus estudos e projetos. A convivência diária com a profissão, o aprendizado com seus antigos superiores, a presa em resolver os problemas, os conduziram a estabelecer situações simplificadas que, pela sua vez, tentarão de passar a seus subordinados (muitas vezes com certo ar de menosprezo pela recente formação acadêmica do "novo").

ENSINO

O ensino da Hidráulica se realiza em três níveis: técnico, graduação e pós-graduação.

Nível técnico

O nível técnico é o mais desprovido de opções. O único curso de pós-segundo grau que conheço é o Curso de Hidrotécnico do IPH/UFRGS. É um curso de um ano de duração mais seis meses de estágio, reconhecido pelo CREA. Forma profissionais com formação em Topografia, Hidrometria, Hidráulica, Tratamento de Água e Esgoto, Hidrologia, Irrigação e Drenagem, Obras Hidráulicas e Marítimas, etc. O mercado de trabalho para estes técnicos é rico em oportunidades, mas ainda não há concursos públicos para eles. Agências como a ANA não tem valorizado o suficiente a incorporação destes profissionais em seus quadros. No último concurso da ANA não

havia nenhuma vaga destinada para técnicos. O que implica em um contra-senso, pois a ANA está implementando uma rede metrológica em todo o país mas não está contratando técnicos na área. Quem instalará e operará as estações e tratará os dados obtidos? Com a onda de aposentadorias no serviço público, os técnicos são cada vez menos numerosos, o que dificulta e compromete a aquisição e tratamento de dados, tanto qualitativos como quantitativos. Situações como esta devem ser evitadas a partir de políticas de recursos hídricos racionais.

Graduação

Os cursos em nível de Graduação onde são necessários conhecimentos em Mecânica de Fluidos e/ou Hidráulica são dos mais variados: desde as Engenharias à Geologia, passando pela Biologia e Medicina, só para citar alguns. Atualmente, muitas disciplinas novas foram criadas para ampliar e, principalmente, modernizar os currículos dos cursos. Disciplinas como Hidráulica Ambiental, Gestão e Planejamento de Recursos Hídricos, Modelagem de Processos Hidrológicos e Transporte de Poluentes em Meios Porosos, precisam de fundamentos de Mecânica de Fluidos e Hidráulica. Um gestor trabalhando com modelos de outorga de água para consumo, por exemplo, onde deverá distribuir o recurso entre diversos usuários, não pode deixar de conhecer a teoria sobre canais, máquinas hidráulicas, irrigação e drenagem. Da mesma maneira, se ele pretende cobrar pela água contaminada, deverá saber como é o funcionamento das estações de tratamento de esgoto para poder avaliar os custos envolvidos. Um engenheiro Civil que construa uma ponte, deverá conhecer os fundamentos da Hidráulica Fluvial, sob pena de que os pilares da ponte fiquem ao descoberto por erosão no leito do rio ou na cabeceira. Deverá também saber se a seção de passo da corrente é suficiente para suportar a enchente de projeto (de que recorrência?). Estamos cada vez mais solicitando maiores conhecimentos de nossos graduados, porém, cada vez encurtamos mais os planos de estudos. Esta dicotomia nos leva a pensar que a formação que estamos dando a nossos alunos de graduação está cada vez mais deficitária.

Neste momento está-se discutindo como reduzir o número de créditos nas engenharias, com o intuito de aumentar a carga “prática” e diminuir a “teórica”. Nas Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Engenharia (MEC, 2002), o perfil dos egressos deve compreender uma "sólida formação técnico científica e profissional geral que o capacite a absorver e desenvolver novas tecnologias, estimulando a sua atuação crítica e criativa na identificação e resolução de problemas, considerando seus aspectos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais, com visão ética e humanística, em atendimento às demandas da sociedade". Segundo estas Diretrizes, a estrutura dos cursos de Engenharia deve ser dividida em três núcleos:

- núcleo de conteúdos básicos (cerca de 30% da carga horária mínima, onde os tópicos relacionados a Hidráulica são Fenômenos de Transportes e Ciências do Ambiente),

- núcleo de conteúdos profissionalizantes (cerca de 15% da carga horária, destacando-se os tópicos de Hidráulica, Hidrologia Aplicada e Saneamento, Modelagem, Análise e Simulação de Sistemas), e
- núcleo de conteúdos específicos (restante da carga horária, constituído por "extensões e aprofundamentos dos conteúdos profissionalizantes e outros destinados a caracterizar as diferentes modalidades").

Resulta, então, bastante difícil atingir os objetivos propostos na formação de um engenheiro se não se dispõe do tempo necessário para a sedimentação de conhecimentos. O risco envolvido é sobre a qualidade do profissional recém formado. A mesma discussão pode ser feita sobre as outras profissões onde a Hidráulica e a Mecânica de Fluidos são disciplinas de base. O desafio aqui é achar o equilíbrio entre teoria e prática, estabelecer claramente as habilidades dos egressos e o tempo necessário.

Pós-Graduação

O terceiro e último nível de ensino é o da Pós-Graduação, dividido em *stircto sensu* e *lato sensu*. O primeiro compreende Mestrados e Doutorados e o segundo os cursos de Especialização e Aperfeiçoamento. Uma terceira categoria seria o Pós-doutorado, que me inclinaria a incluir como uma atividade de atualização.

O Mestrado tem sido uma ferramenta de formação profissional muito importante. A pesar de não ser habilitante, os “empregadores” o consideram como tal, quando, por exemplo, chamam a concurso para profissionais com Mestrado em determinada área. O Mestrado é de fundamental importância na formação daqueles profissionais que atuarão na área de Hidráulica, devido à pouca ênfase que se dá em nível de Graduação. As necessidades da sociedade levam (quase obrigam) os novos graduados a fazer mestrado. E os graduados que já estão em atividade estão sendo induzidos a obter este diploma, sob a forma, principalmente, de Mestrados Profissionalizantes, mas também em cursos *lato sensu*. Este último caso pode ser interpretado como uma necessidade de se ter uma educação continuada. Porém, a oferta de cursos “avulsos” tem diminuído muito, em contraposição ao aumento de cursos *lato sensu*. Sendo uma modalidade que tem-se popularizado muito recentemente (mas não nova), ainda é necessário ajustar seu funcionamento para obter melhores resultados.

A grande agência de avaliação nacional da Pós-Graduação, a CAPES, reconhece, na área das Engenharias, que as avaliações realizadas nestes cursos deixam a desejar e está retomando a discussão sobre os Mestrados Profissionalizantes. Um tema importante a ser discutido é o alcance dos diplomas de Mestrado Acadêmico e Mestrado Profissionalizante. Desde um ponto de vista legal, ambos mestrados são equivalentes (os dois dão o mesmo título de Mestre), mas desde um

ponto de vista prático são formações com filosofias diferentes, tanto nas metodologias empregadas como no público alvo. As duas formações, acadêmica e profissionalizante, interessam igualmente na área de Hidráulica, pois atingem profissionais incumbidos das mais diversas tarefas.

O Doutorado foi, durante muitos anos, estritamente acadêmico. Todo aquele que quiser ser pesquisador (na Universidade) devia fazer este curso. Hoje, para ingressar nas universidades públicas e em algumas privadas, é necessário ser doutor. As universidades privadas estão necessitando complementar seus quadros docentes com doutores, para poder realizar pesquisa institucional, sob pena de serem consideradas "empresas" e não centros de educação, entre outros fatores. Em países como a França, para obter um bom posto de trabalho em uma grande empresa, também é necessário ser doutor. Acredito que esse é o caminho que será marcado também em nosso país, não ainda, mas em um futuro próximo. Muitos profissionais de grandes empresas, como a Embrapa e a Petrobrás, possuem este diploma.

Existe aqui uma discussão interessante sobre a necessidade de se ter mestrado para fazer o doutorado. Atualmente, muitos programas de pós-graduação aceitam alunos para o doutorado que não são mestres, baseado na vida acadêmica ou profissional do candidato. Foi dito recentemente, em reunião dos Coordenadores de Pós-Graduação das Engenharias com a CAPES, que a discussão a nível institucional deste ponto está começando, pelo que novas diretivas deverão ser esperadas. O ponto em discussão é: qual é a necessidade de obrigar alguém a realizar o mestrado quando ele quer ser doutor? Vale a pena investir nos dois cursos? Ou é mais conveniente obter um doutor mais cedo que ganhará experiência mais rapidamente? Minha experiência mostra que fazer o mestrado é conveniente para aqueles alunos que vêm da graduação com pouca ou nenhuma experiência. Porém, aqueles profissionais com um pouco mais de experiência, seja porque tiveram destacada atuação em projetos de pesquisa ou porque ganharam considerável experiência profissional, estão em condições de enfrentar um doutorado com êxito. O CNPq tem implementado uma modalidade de doutorado em 60 meses, onde um aluno do mestrado, com reconhecida capacidade e aptidões para pesquisa, é transferido para o doutorado sem defesa de dissertação. Este sistema reconhece que não é necessário ser Mestre para ingressar no doutorado, mas é aplicado só para cursos com nota 6 (nota da CAPES). O CNPq tem também a modalidade de transformar bolsas de mestrado em doutorado, nos casos em que o aluno defende sua dissertação em menos de 18 meses. Muitos cursos de Pós-graduação têm adotado a sistemática de "premiar" com bolsa de doutorado aos alunos que defendem suas dissertações de mestrado em menos de 18 meses, mesmo que o programa não tenha nota 6 na CAPES. Um novo ponto de discussão se abre aqui: este tipo de medida tende a diminuir o número de bolsas de mestrado e, com menos bolsas, diminui o número de alunos, principalmente os que vêm de outras cidades ou estados? Isto nos leva a uma diminuição da quantidade (e/ou qualidade) de nossos candidatos? É claro que, sendo nossos candidatos ao mestrado, em sua grande

maioria ex-bolsistas de Iniciação Científica, eles pensem que, na continuação da carreira de pesquisador, têm direito a receber um auxílio. Ainda mais, cria-se uma situação singular: quando era aluno da graduação recebia bolsa para pesquisa e quando está formado, em um nível superior, a disponibilidade de bolsas diminui consideravelmente. Como conseqüência, devemos pensar no mestrado e no doutorado como formações distintas, que nos fornecem capacitações distintas para graduados que se localizam em nichos profissionais distintos.

Na área de Hidráulica, Recursos Hídricos, Saneamento e Meio Ambiente, a necessidade de Mestres e Doutores é grande, o que não foge à realidade nacional. Temos aproximadamente doce doutores e 33 mestres por cada cem mil habitantes; sendo que países como Alemanha e Estados Unidos têm uma ordem de grandeza a mais. É uma realidade que precisamos mais especialistas na Engenharia, e a área de Hidráulica não escapa a esta premissa, sendo, provavelmente, uma das mais necessitadas em profissionais especializados.

PESQUISA

A área de Hidráulica teve um grande auge nos anos quarenta a setenta, onde foram construídas grandes obras, como centrais hidrelétricas, barragens, portos e esclusas. Os fundamentos dos estudos e projetos estavam baseados, em geral, em resultados experimentais. Atualmente, a Hidráulica e a Mecânica de Fluidos estão presentes em uma grande variedade de aplicações. Podemos citar exemplos como transporte de sedimentos e poluentes, geomorfologia fluvial e marítima, tratamentos de dejetos industriais e domésticos, engenharia ambiental, limnologia, trocadores de calor e sistemas de ventilação, engenharia médica, só para citar alguns exemplos particulares.

O que se tem observado nos centros de pesquisas em geral, é uma variação muito grande nos temas propostos para pesquisa. Antigamente, um laboratório de hidráulica só fazia estruturas hidráulicas. Hoje, o mesmo laboratório está obrigado a desenvolver pesquisa em outras áreas, sob pena de ficar obsoleto. Um caso típico é o estudo de escadas de peixes: o interesse fundamental na obra é que os peixes se sentam atraídos e subam por ela e que seu caminho seja adequado. Um outro exemplo consiste no estudo do levantamento de sedimentos de fundo em lagoas e banhados, por ação da turbulência, que condiciona o comportamento de certas espécies. Muitos outros exemplos podem ser dados, onde mais do que um hidráulico é necessário um mecânico-fluidista, atuando com outros profissionais, como biólogos, químicos e geólogos.

Dentro da Mecânica de Fluidos, a Turbulência está tomando importância crescente, pois praticamente todos os escoamentos geofísicos e industriais são turbulentos. Em muitos casos não podemos simplificar o estudo de escoamentos turbulentos a “coeficientes de perda de carga”. Se a erosão ao redor de um pilar de ponte pode chegar a comprometer a obra, o fenômeno a estudar é a

interação entre o vórtice em ferradura ao pé do pilar e o tipo de substrato de fundo do canal, que dará uma maior segurança à obra (segurança não em termos de coeficiente senão de comportamentos físico). A turbulência tem se mostrado como uma ferramenta de estudo muito potente, capaz de explicar situações que antes só eram aceitas. Um grande número de pesquisadores está "entrando" nesta área e os trabalhos da área de hidráulica estão melhor fundamentados teoricamente. O estudo da fenomenologia dos escoamentos, ou seja, a produção e dissipação de turbulência, a dinâmica de vórtices, o estudo de instabilidades hidrodinâmicas, leva a um melhor entendimento dos escoamentos e, por conseguinte, a uma maior segurança em termos de confiabilidade dos resultados.

Os grandes projetos de pesquisa nas Universidades estão compostos de pesquisadores de todos os níveis: técnicos, graduandos, pós-graduandos e professores/pesquisadores, com formações das mais variadas. Na mesma equipe se encontram especialistas das áreas de humanas, engenharias, biológicas, etc., todos eles obrigados a falar uma língua em comum: a da pesquisa que estão desenvolvendo. Antigamente, os nichos de pesquisa estavam muito definidos e quase não existia comunicação entre eles. Hoje, com a interdisciplinariedade e/ou a multidisciplinariedade, estamos todos obrigados a entender do que trata a parte da pesquisa do colega de equipe.

Esta postura nos leva a colocar novamente a pergunta do começo: devemos nos dedicar à Hidráulica ou necessitamos da Mecânica de Fluidos? Conhecimentos aplicados ou conhecimentos básicos?

Com uma forte formação básica, é mais fácil se adaptar às diversas situações que possam se apresentar. Se um biólogo observa a fauna e flora em um curso de um pequeno rio de alta declividade, poderá observar regiões onde há um ou outro tipo de vegetação. Se um "mecaflu" observa a mesma situação poderá caracterizar o escoamento por regiões, que, muito provavelmente, coincidirão com as regiões que o biólogo caracterizou. Este é um início de conversa entre as diferentes áreas, que será tanto mais produtivo quanto mais próxima seja a língua que eles falam.

Existem muitos problemas nas pesquisas: os dados disponíveis são escassos e, muitas vezes,, de duvidosa qualidade ou incompletos, nossos modelos mais sofisticados estão à frente desses dados. Até que ponto vale a pena investir no desenvolvimento de modelos complexos se os dados disponíveis para calibração ou comparação são insuficientes ou de baixa qualidade? Será somente um problema de qualidade de dados e modelos?

Lembro que quando comecei meu mestrado havia na porta da sala de um professor um cartaz com uma charge intitulada: "O pesquisador vai às compras", que me deixou muito impressionada porque mostrava as dificuldades pelas que devia passar o pesquisador para obter recursos para sua pesquisa. Este ponto é fundamental: os recursos são escassos (assim como a água no planeta) e cada vez mais o "mercado da pesquisa" é concorrido. Uma solução para conseguir esses recursos tem

sido a associação de pesquisadores, onde um grupo monta um projeto que é composto por subprojetos ligados entre si por um grande tema "guarda-chuva". De todas maneiras, os recursos são escassos e assim como a comunidade de pesquisadores deve trabalhar no sentido de conscientizar os grandes tomadores de decisões sobre a importância do desenvolvimento da pesquisa no país, também os gestores devem mostrar à sociedade a importância de realizar pesquisa no país.

CONCLUSÕES

Considerando a Hidráulica como item da Mecânica de Fluidos, podemos interpretar a primeira como sendo a parcela da segunda que envolve só os líquidos, em uma aplicação tecnológica. A Mecânica de Fluidos, sendo mais abrangente, apresenta as bases teóricas da Hidráulica, porém esta última tem uma grande fundamentação prática, detalhe este que a diferencia da outra. Filosoficamente falando, os "hidráulicos" são mais pragmáticos que os "mecflus".

Devemos continuar a discutir no meio acadêmico sobre a formação de pós-graduação e os rumos que ela deve tomar, mas sua importância e necessidade de inserção nacional e internacional, devem ser discutidas em todas as esferas de decisão, desde as mais baixas às mais altas. A Universidade não está isolada da realidade nacional e internacional e seus rumos estão claramente de acordo com as necessidades do país. Porém, isto não está claro para muitos setores da sociedade, que ainda guardam a imagem de uma universidade elitista e deslocada da realidade. Tampouco devemos nos alongar em discussões infinitas e sim ser pragmáticos e participativos.

A pesquisa na área Hidráulica mostra sinais de renovação, ao interagir com outros setores do conhecimento e formar parcerias que tem se mostrado muito produtivas.

E por último, é importante salientar que esta discussão não deve ser periódica e sim contínua, e deve ser realizada em todos os âmbitos da sociedade. Tanto a dinâmica da pesquisa como a do ensino nos levam a constantes atualizações e correções dos objetivos a curto e médio prazo (e por conseqüência, os de longo prazo também).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MEC, Diretrizes Curriculares Nacionais dos Cursos de Graduação em Engenharia, Resolução CNE/CES 11, de 11 de março de 2002, em: www.mec.gov.br/sesu/diretriz *Resolução CNE/CES nº 11*, aprovada em 11 de março de 2002, DOU de 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 32.

MASCARENHAS, F., CANALI, G., CABRAL, J., AZEVEDO, J., MONTENEGRO, S., Hidráulica Aplicada, Coleção ABRH de Recursos Hídricos, vol. 8, Organizadores: Baptista, M.B., Coelho, M.M.L.P., Cirilo, J.A., Porto Alegre, 2001, 619 p.