

Ensino de hidrologia urbana: em busca da motivação do aluno

Cesar Augusto Pompêo

Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina
Tel. 331 9717, pompeo@ens.ufsc.br

Resumo

A disciplina Drenagem Urbana pertence ao elenco de disciplinas obrigatórias do curso de graduação em Engenharia Sanitária da UFSC. Há algum tempo, os conteúdos e práticas pedagógicas empregados nesta disciplina vêm sendo reformulados. Por um lado, buscou-se favorecer ao aluno a construção de visões amplas sobre a temática das enchentes urbanas, contextualizando-a ao lado de outros problemas ambientais. Paralelamente iniciou-se a utilização da informática diretamente nas aulas, com o emprego de planilhas eletrônicas e com programas didáticos desenvolvidos localmente. O artigo pretende relatar esta experiência. Busca-se a discuti-la e avançar.

Palavras-chave: crise, ensino, meio ambiente, engenharia, hidrologia urbana

Muito se escreve e algum emergência da crise global econômicas, sociais e principalmente nas assimetrias se que é uma crise de conhecimento, uma crise de ética.

Crise ?

tanto se discute acerca da que se desdobra em questões ecológicas e se demonstra norte/sul, ocidente/oriente. Diz-percepção, uma crise de

Durante os últimos três séculos, o ser humano dissecou a matéria e a vida, arrancou-lhes algumas verdades profundas, desenvolveu tecnologias sofisticadas capazes de dar solução a inumeráveis problemas. Nunca antes o ser humano dispôs de tantos recursos técnicos para alcançar melhor qualidade de vida. Mas a crise aí está. O Universo, seja na escala atômica ou na planetária, há muito não obedece aos rigores do funcionamento mecânico de um relógio. A entropia e o caos vieram definitivamente para corroer os postulados sobre os quais se assenta grande parte da ciência humana e, em consequência disto, sobre as bases nas quais se estabeleceram as relações no seio da sociedade e entre ela e a natureza após a revolução científica. Se isto for pouco, imagine-se que nem se menciona aqui a contradição que ao longo da história humana permitiu a sociedade de classes.

Por outro lado, um mundo no qual a comunicação global é instantânea, no qual um fato se transforma em informação rapidamente disseminada, no qual o desenvolvimento dos recursos tecnológicos possibilita o exercício da expressão e a liberdade criativa, precisa utilizar-se destes recursos para buscar novas formas de criar a realidade e enfrentar a crise de percepção, a crise de ética.

Como diz Nóbrega (1996), a tentativa de usar velhos vocabulários para descrever novas dimensões da realidade fracassa sempre.

No ensino de graduação em estudo de temas em forma geral, capacitar o aluno enchentes e drenagem pluvial, de sistemas de galerias análise e projeto de sistemas drenagem tem sido

Ensinar hidrologia urbana ?

engenharia sanitária e civil, o hidrologia urbana visa, de uma para atuar no controle de tanto no que se refere ao projeto pluviais urbanas, como na de canais. O planejamento da historicamente relegado a

segundo plano; a ênfase é na quantificação dos fenômenos, representados como processos enquadráveis em grandes esquemas. Esta simplificação implica uma negação de diversos aspectos como as relações entre drenagem natural, ecossistemas, relevo e topografia, urbanização e as pessoas.

Sob esta ótica, o importante seria ensinar a elaboração do projeto, os métodos de cálculo. Infelizmente, não se atenta para a rapidez com que estas bagagens demonstram-se insuficientes para dar conta da mais imediata situação. Deixa-se para nunca mais discussão da importância da participação da sociedade na identificação e solução de problemas, a transitoriedade de certas soluções tecnológicas e, não se pode esquecer, a dificuldade de organização do setor público em atuar com escassez de recursos humanos, técnicos e financeiros.

Esta forma parcial de considerar a problemática da hidrologia urbana é sintomática de uma visão técnica simplista. Modificá-la no meio profissional é muito difícil e da mesma forma o é modificá-la durante a fase de formação. Isto tem origem na escola própria da simplificação. Não se vai aqui questionar o modelo de conhecimento reducionista que subsidia o ensino formal desde a fase fundamental até os programas de pós-graduação; outros colegas como Moraes (1998), podem, com mais propriedade, apresentar tal crítica. Basta dizer que ao avançar apenas um pouco na formação profissional, o aluno de engenharia reproduz a conveniência da simplificação que caminha ao lado da fragmentação e desagregação da realidade. Apenas os problemas que se coadunam com o esquema de raciocínio preestabelecido são reconhecidos e nele os problemas reduzem-se a questões meramente formais, passíveis de serem enquadradas em situações típicas. Outros temas, cujo tratamento possa parecer complexo, são abandonados.

Esta mesma visão reproduz-se em círculo vicioso e em escalas mais amplas.

Durante algum tempo responsável pelo ensino de graduação em disciplinas de hidráulica de canais, hidrologia, drenagem urbana, obras hidráulicas, irrigação e drenagem e planejamento de recursos hídricos, percebi que estes temas sempre foram considerados periféricos à Engenharia Sanitária em Santa Catarina. Parecia subentendido que a Engenharia Sanitária trataria de questões relativas ao saneamento em termos de qualidade das águas, abastecimento, redes e tratamento de esgotos, resíduos sólidos e efluentes industriais. Mesmo a pretendida gestão ambiental mais se aproximaria da gestão dos subprodutos de processos industriais, seguindo a linha da otimização que se postula à Engenharia como ideal a ser perseguido. O ecológico ainda passa longe. A bacia hidrográfica encontra-se reduzida à caracterização física.

No Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da UFSC, esta postura refletia-se e ainda reflete-se na composição do conjunto de disciplinas e nas prioridades de contratação de professores e esforços conjuntos para consolidação de áreas de conhecimento.

Por parte dos alunos, o resultado desta visão espelhou-se durante muito tempo na pouca importância prestada às disciplinas já referidas. Isto se demonstrava de diversas formas mas principalmente na deliberada displicência na elaboração de trabalhos e o aproveitamento em provas limitado ao mínimo necessário para aprovação. Ao concluir o curso de graduação o recém formado engenheiro sanitário passava a alimentar o círculo vicioso já mencionado...

Buscando auxiliar na redefinição deste triste quadro, a primeira necessidade identificada foi a informatização do ensino em hidrologia urbana, visando acompanhar as

novas possibilidades de ensino. Os desdobramentos desta ação talvez possam estabelecer-se como base para um questionamento da visão fragmentada da problemática do saneamento no meio urbano, possibilitando um reposicionamento da temática da hidrologia urbana no curso de graduação em Engenharia Sanitária.

Muito embora o texto seja aqui organizado de forma linear, algumas ações descritas não seguem tal linearidade na sucessão dos fatos.

No Brasil, a implantação de Engenharia Sanitária ocorreu objetivo de promover a para atender às demandas do Nacional de Saneamento. A implantação de cursos nas brasileiras, adotando-se um formação em engenharia civil, para o tratamento de temas relativos ao saneamento básico e ambiental.

De
onde
vem isso ?

cursos de graduação em ao final da década de 70, com o formação de recursos humanos recém criado PLANASA, Plano estratégia adotada foi a cinco regiões geográficas programa curricular derivado da porém com adaptações voltadas

Nos primeiros anos do curso de graduação em Engenharia Sanitária da UFSC, além de Hidráulica Geral e Hidrologia, as disciplinas obrigatórias no campo dos recursos hídricos eram duas: Obras Hidráulicas e Drenagem Urbana, e Recursos Hídricos e Irrigação, ambas com carga de 54 horas-aula. No ano de 1987 houve uma reformulação dos conteúdos e cargas didáticas e as disciplinas obrigatórias no campo dos recursos hídricos ainda hoje oferecidas constam do Quadro I.

Quadro I. Disciplinas obrigatórias no campo dos recursos hídricos.

Disciplina	Temas centrais	Horas - aula
Hidráulica geral	condutos sob pressão, perdas de carga, bombas	90
Hidráulica II	escoamento à superfície livre, energia específica, ressalto hidráulico, escoamento permanente gradualmente variado: perfis de linha d'água	54
Hidrologia	elementos do ciclo hidrológico: caracterização e monitoramento de processos hidrológicos, consistência e análise de dados	72
Drenagem Urbana	controle de cheias, análise e dimensionamento de sistemas urbanos de drenagem, bocas de lobo, galerias e canais	54
Obras Hidráulicas	barragens, vertedores, bacias de dissipação, bueiros	54
Planejamento de Recursos Hídricos	usos múltiplos da água, legislação e instrumentos	54
Irrigação e Drenagem	estimativas de demandas para cultivo e dimensionamento de sistemas de irrigação	36
SUBTOTAL		414
Outras disciplinas profissionalizantes		2088
Outras disciplinas básicas		1710
Estágio		360
TOTAL		4572

Muito embora estas disciplinas obedçam às recomendações programáticas do Conselho Federal de Educação e considerando-se a necessidade de articulação entre os

temas centrais e também a articulação com outros temas de engenharia sanitária, desde já fica patente a necessidade de um corpo docente extremamente coeso e motivado para explicitar tais articulações e integrar as disciplinas. Infelizmente, não é isto que se observa e, ousou dizer, a situação local da UFSC não é um caso excepcional. Atire-se a primeira pedra...

Anteriormente ao início da reformulação da disciplina, o programa de Drenagem Urbana desenvolvia-se em torno dos temas centrais segundo os números de horas-aula apresentados no Quadro II. Os instrumentos de ensino consistiam de aulas expositivas e exercícios direcionados a casos simplificados e isolados de dimensionamento de elementos de um sistema de drenagem.

Quadro II. Organização inicial da disciplina Drenagem Urbana.

Tema	Assuntos abordados	Horas - aula
Introdução à drenagem urbana	importância da drenagem, algumas relações com outros melhoramentos públicos, importância do planejamento da drenagem	3
Sistemas de galerias pluviais	elementos de microdrenagem, cálculo de vazões em sarjetas, dimensionamento de bocas de lobo e galerias	30
Macro-drenagem	estimativas de vazões de pico em córregos e canais, melhoria da eficiência no transporte de descargas	15

A distribuição das cargas horárias e os tradicionais instrumentos de ensino não conseguiram sensibilizar os alunos para este programa. Sua inadequação foi constatada por indicadores tais como a ausência de perguntas em sala de aula, o baixo rendimento nos trabalhos cujos produtos eram destinados ao atendimento de uma demanda compulsória e não apresentavam qualquer criatividade, mesmo na forma de apresentação, o baixíssimo aproveitamento nas provas e avaliações, e o desinteresse geral por temas relativos a controle de enchentes. Ressalte-se que este quadro ocorre em Santa Catarina, um estado afrontado por graves calamidades provocadas por enchentes.

Sob esta perspectiva, iniciou-se drenagem urbana. O muito grande; uma adaptação daquilo que existe portanto uma mudança reorientação vem se passando assuntos abordados, quanto quanto às ferramentas Evidentemente, alterou-se a distribuição das cargas horárias internamente à disciplina Drenagem Urbana em função da valorização relativa entre temas e quanto aos instrumentos pedagógicos.

Em busca da
motivação do
aluno

se uma reorientação do ensino caminho a percorrer ainda é reorientação é apenas uma frente à novos desafios; não é radical. Em termos sucintos esta em três direções: quanto aos trabalhos realizados e didáticas específicas.

No ensino de hidrologia urbana, a explicitação da problemática decorre de um conceito do tipo: “ a impermeabilização das superfícies causada pela urbanização afeta o ciclo hidrológico superficial resultando na redução de tempos de concentração e conseqüentemente provocando aumento de descargas superficiais”. A partir deste conceito, o ensino é organizado em torno das técnicas e tecnologias que possam tratar o problema do aumento

Abertura
programática

de descargas superficiais nas bacias urbanizadas, seja visando seu transporte em redes de drenagem adequadas ou, conforme mais recentemente vem sendo preconizado, buscando a redução de picos ou volumes por intermédio de medidas facilitadoras da infiltração ou armazenamentos temporários.

O que aqui se denomina como abertura programática é a forma de aproximação a este conceito. Atualmente, para que ele venha a ser estabelecido como eixo estruturador da disciplina e também visando favorecer a articulação das questões de hidrologia e drenagem com outras dimensões da questão ambiental no meio urbano, utiliza-se um quadro de referência bem mais amplo. Para que sua construção seja resultante da reflexão coletiva, têm sido empregadas duas técnicas.

As caminhadas em bairros próximos ao Campus Universitário têm o objetivo aparente de possibilitar a identificação dos principais problemas em obras de drenagem existentes. Acompanhados do professor e às vezes de alguns convidados, inicia-se o percurso durante o qual os alunos geralmente esforçam-se por apontar os tais problemas. Em três horas de caminhada e percorridos quatro ou cinco quilômetros, os próprios alunos vão explicitando um quadro da degradação do meio natural em decorrência da urbanização e, algumas vezes, estabelecendo relações com problemas mais amplos como a miséria e a exclusão social. A problemática urbana surge então articulada na discussão; as relações entre causas e efeitos deixam suas evidências mecânicas; as enchentes urbanas estabelecem-se como uma dimensão desta problemática.

Outra forma de abordagem é por intermédio de associação temática. Inicialmente os alunos são convidados a pesquisar jornais e revistas buscando artigos que abordem temas relacionados a enchentes e drenagem urbana. Em sala de aula solicita-se que estes artigos sejam discutidos e agrupados. Depois de algum trabalho, geralmente os alunos apresentam uma proposta, salientando as dificuldades para enquadramento deste ou daquele artigo nos temas escolhidos. A discussão de tais dificuldades permite que se estabeleça um referencial que situe e relacione a drenagem no contexto urbano.

Uma interrogação que geralmente emerge nestas dinâmicas busca explicações para as dificuldades de implementação das possíveis medidas de tratamento dos problemas de drenagem. Esta questão permite que se discuta a atuação governamental local no setor (Da Rosa e outros, 1998), a ação e as dimensões do planejamento em drenagem urbana, suas relações com outros setores, a necessidade da integração temática e institucional e a limitação das soluções técnicas sempre subsidiárias às questões políticas.

O percurso até aqui seguido culmina na proposição de trabalhos que serão elaborados em grupos de três alunos, versando sobre algum dos temas específicos de hidrologia urbana anteriormente discutidos, buscando aprofundamento teórico e discutindo suas relações com problemas observados em âmbito municipal local.

Sob a denominação abertura programática conjuga-se um trabalho ainda muito recente. Avalio seus resultados pela diversidade temática e tratamento dados aos trabalhos de grupo, o crescimento na qualidade do discurso dos alunos sobre a temática da hidrologia urbana durante e após a disciplina e o interesse na realização de trabalhos de conclusão de curso sobre esta temática.

A informática que há alguns anos atrás escondia-se em grandes salas silenciosas, gélidas e geralmente inacessíveis, hoje se apresenta quotidianamente sob a forma de computadores pessoais e aos poucos vai penetrando a vida das pessoas. Entretanto, mesmo na área tecnológica, o uso generalizado da informática como instrumento pedagógico ainda está distante.

Informática no ensino

Em todos os campos, as possibilidades de trabalho viabilizadas pelo computador pessoal ampliaram-se a dimensões não imaginadas em meados dos anos 80. A capacidade de processamento de grande volumes de informações e o nível de complexidade admissível para elaboração de modelos descritivos de sistemas reais são muito superiores ao que era possível em sofisticados centros de processamento de dados na década de 70.

No ensino, uma das grandes perspectivas do uso da informática é dada pela simulação que se baseia na representação de sistemas por intermédio de modelos matemáticos. Pode-se estudar diversos estados de um sistema simulando seu comportamento sob condições iniciais diferenciadas ou variando alguns de seus parâmetros e, conseqüentemente, avançando no entendimento de relações entre processos.

Na UFSC, a proposta de informatização do ensino em hidrologia urbana surgiu, na verdade, em função da constatação da grande distância entre a forma de ensino dos procedimentos de análise e projeto e os instrumentos disponíveis no meio profissional. Assim, o aluno deveria também estar preparado para utilizar tais instrumentos.

Da preparação para o uso da informática decorre também a necessidade da explicitação das formas como os sistemas reais são com auxílio dela representados e, aparentemente, reproduzidos.

Não é raro encontrar engenheiros que utilizam aplicativos computacionais comerciais bastante sofisticados, muitas vezes desconhecendo verdadeiramente suas limitações e capacidades na representação de processos. Mesmo com a sofisticação destes aplicativos, as *situações reais* são tratadas em simplificações sucessivas devido a dificuldade na obtenção de informações detalhadas sobre os sistemas envolvidos. Os resultados corroboram e acentuam interpretações mecânicas e simplistas. Em conseqüência, a informatização do ensino deve possibilitar ao aluno a familiarização com programas, modelos e aplicativos de forma crítica para que a situação acima descrita não se reproduza.

Nos últimos anos, a informatização do ensino em hidrologia urbana vem seguindo dois eixos: o desenvolvimento e utilização de aplicativos didáticos específicos e o emprego de planilhas eletrônicas. No primeiro caso, ainda não é possível avaliar os resultados porque não se chegou à flexibilidade operacional que permita algo além da simulação discreta; os programas foram desenvolvidos de forma muito simplificada e com poucas relações com o usuário durante o processamento. Mesmo assim, com auxílio de bolsistas de iniciação científica, foram desenvolvidos vários programas de caráter didático voltados à análise e dimensionamento de bocas de lobo, canais, bueiros e galerias pluviais.

Quanto à planilha eletrônica, o outro eixo, pode-se dizer que ela permite “resolver” alguns esquemas básicos de cálculo. Note-se que aqui não se está questionando estes modelos, numa contradição aparentemente bem evidente. A abordagem dada à utilização da planilha eletrônica possui o objetivo de mostrar como o sistema de drenagem está passo a passo nela descrito, que relações funcionais são assumidas, que as simplificações, generalizações e particularidades. Este objetivo auxilia na compreensão da fragilidade de outros modelos, por mais sofisticados que possam aparentar-se.

Além disso, a planilha eletrônica é um sistema relacional bastante aberto, o que facilita a criatividade do aluno, a intuição e a inclusão de contribuições que facilitem seu próprio entendimento das operações.

Valoriza-se e deprecia-se a sinergia proporcionada pela representação.

O resultado desta mudança no ensino da disciplina é a disposição com que os alunos participam das aulas. O interesse pela hidrologia urbana que vem misturado ao interesse pelo instrumento de cálculo.

A nova postura urbana faz parte de uma questionamento apresentado. para significar alguma estabelecidas condições de ensino e prática no curso de Sanitária da UFSC há conteúdos e práticas de ensino em outras disciplinas.

¿És
camiño?

pedagógica em drenagem construção resultante do É ainda uma iniciativa isolada mudança. Para que sejam mudanças mais profundas no graduação em Engenharia necessidade de uma revisão de

O traçado do Programa REENGE de alguma forma cruzou as questões aqui discutidas; todavia, sua breve existência não possibilitou que se avançasse além da primeira fase de aparelhamento instrumental. Localmente, o REESC, que continha elementos dirigidos à informatização no ensino, junto com alguns acontecimentos fortuitos facilitou a introdução de novas oficinas de aprendizagem. Uma disciplina optativa especificamente voltada à aplicação da informática na hidrologia urbana chegou a ser oferecida poucas vezes mas ainda não está suficientemente madura para produzir bons resultados.

É cedo para alguma conclusão sobre a iniciativa aqui apresentada. Muito provavelmente os trabalhos deverão seguir por rumos ainda desconhecidos e espero que venham a superar-se. Alguns fatos motivam sua continuidade. Quase todos não são muito tangíveis como seria do agrado da postura inerente a engenharia. A participação ativa dos alunos nas discussões em sala de aula, a criatividade demonstrada nos trabalhos produzidos durante a disciplina Drenagem Urbana e a forma como as novas preocupações estão sendo interpretadas pelos alunos e incorporadas ao discurso pessoal são alguns destes fatos.

DA ROSA, F.Z.; POMPÊO, C.A. e OLIVETTI, S.M.P. (1998)

“Diagnóstico da Drenagem Urbana em Santa Catarina”.

Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente,

Governo do Estado de Santa Catarina, Florianópolis, SC.

MORAES, M.C. (1998) “O paradigma educacional emergente”.

Papirus Editora, 1ª edição, Campinas, SP

NÓBREGA, C. (1996) “Em busca da empresa quântica”. Ediouro, 1ª edição, Rio de Janeiro, RJ)

Bibliografia