

As Ciências Exatas

FÁBIO DE CASTRO

é jornalista formado pela ECA-USP, pós-graduado em Comunicação pela Sorbonne Nouvelle (França).

DOS LABORATÓRIOS PARA A SOCIEDADE: UM DESAFIO MULTIDISCIPLINAR

Lançando um olhar para trás, para a história de suas vastas disciplinas, físicos, químicos e engenheiros contemplam a mesma paisagem: a Antiguidade grega, pioneira na sistematização do conhecimento científico que parte da teoria filosófica para a prática da criação tecnológica. Projetando adiante o rumo atual das ciências e observando o futuro que parece se desenhar para cada uma delas, entrevemos também um campo cada vez mais comum, embora repleto de nichos ultra-específicos. A divisão mais ou menos estanque, artificial, entre estas e outras áreas do conhecimento, já começa a evanescer.

O próprio passado da Escola Politécnica (Poli), do Instituto de Química (IQ) e do Instituto de Física (IF) da Universidade de São Paulo denuncia o parentesco entre os três campos. A Escola Politécnica de São Paulo, que mais tarde seria integrada à USP, foi criada por um projeto de lei do Congresso Legislativo do Estado em 1893. Instalada no Solar do Marquês de Três Rios, na Avenida Tiradentes, a Escola iniciou as atividades no ano seguinte com cursos de engenheiro civil, industrial e agrônomo,

artes mecânicas e astronomia. Ainda em 1894, Ramos de Azevedo, docente da instituição, projetou o prédio dos gabinetes de física e química.

O IF – a maior e mais antiga instituição de pesquisa e ensino de Física do país – nasceu dos departamentos de Física da Escola Politécnica e da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, integrados com a reforma universitária de 1970. Os departamentos de Química dessas duas instituições, além da cadeira correspondente na Faculdade de Farmácia e Bioquímica, também foram a base do IQ, criado no mesmo ano.

Hoje, três desafios comuns aos dirigentes e pesquisadores das três unidades parecem sintetizar seus rumos para os próximos anos. Um deles, importantíssimo, é melhorar o grau de integração entre os cientistas de todas as áreas, chegando a uma verdadeira cooperação multidisciplinar. O segundo, não menos imprescindível e urgente, é aumentar o diálogo entre Universidade e sociedade – fazer com que o público perceba a importância da ciência, fazer com que a universidade pública exerça seu papel so-



cial e dê um retorno claro e reconhecível ao investimento da sociedade. O terceiro, incontornável, é criar uma universidade adaptada à revolução digital em curso.

“O futuro da Universidade está em discussão. Vivemos num momento singular”, pondera animadamente o diretor do Instituto de Química, Hernan Chaimovich. “Há 900 anos, apesar das mudanças históricas, a Universidade permanece uma instituição reconhecível. Poucas instituições atravessaram os séculos com tal estabilidade. Minha pergunta: isso vai ser verdade daqui a um século? Minha hipótese: não, a Universidade como a conhecemos está com os dias contados.” O raciocínio é implacável. Chaimovich faz questão de lembrar, com sua fala rápida e suas idéias ininterruptamente encadeadas: “A tecnologia da informação mudou tudo, nós mal começamos a sentir o impacto da *web* na civilização desse planeta – e, salvo para o excluído social, ela já mudou todas as nossas atividades”.

Como será, então, a Universidade? Não se tem nenhuma idéia, nem mesmo de um futuro a médio prazo? “Como saber? A revolução digital está em sua alvorada” – perguntar quais serão as inovações tecnológicas daqui a cinco anos é “como perguntar a um sujeito do século XVI o que aconteceria com a economia mundial dali a 100 anos”. Chaimovich faz uma pausa e retoma a argumentação, agora pausadamente, como se medisse cada palavra. “Mas vamos fazer um exercício de bola de cristal: arrisco dizer que sobrevivem os universos de pesquisa de primeira linha que saibam gerenciar sua relação com a sociedade. Já somos uma instituição que se dedica à pesquisa e forma doutores capazes de criar conhecimento por si próprios. Nosso desafio é produzir conhecimento socialmente relevante.”

A reflexão sobre a influência da *web* no ensino encontra eco em outro ponto do *campus* paulistano: na diretoria do Instituto de Física. “A Internet vai introduzir uma mudança radical no ensino da física”, afirma categoricamente o diretor Gil da Costa Marques. “Lidamos muito com a observa-

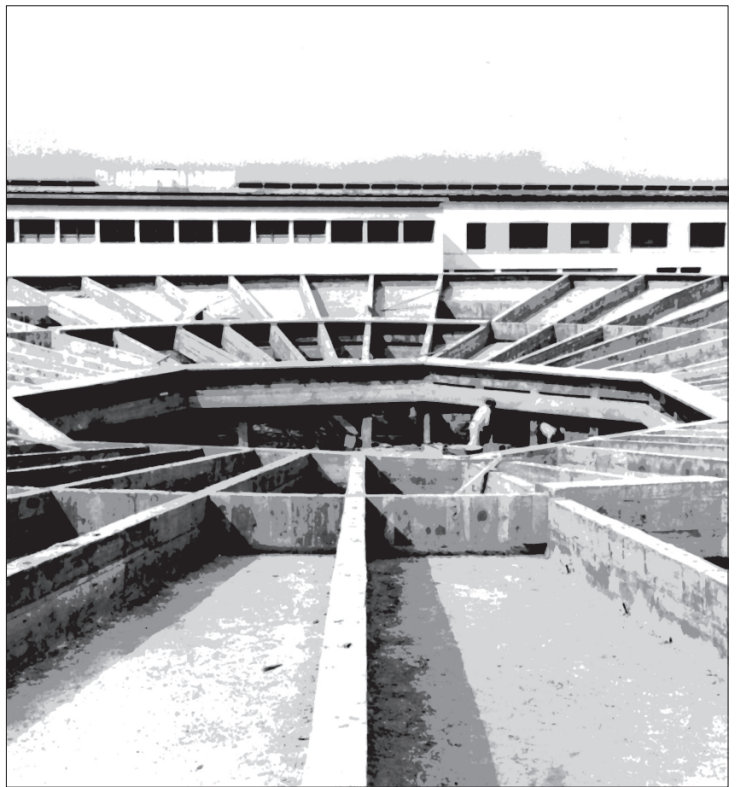


Foto: Arquivo CCS/Jusp

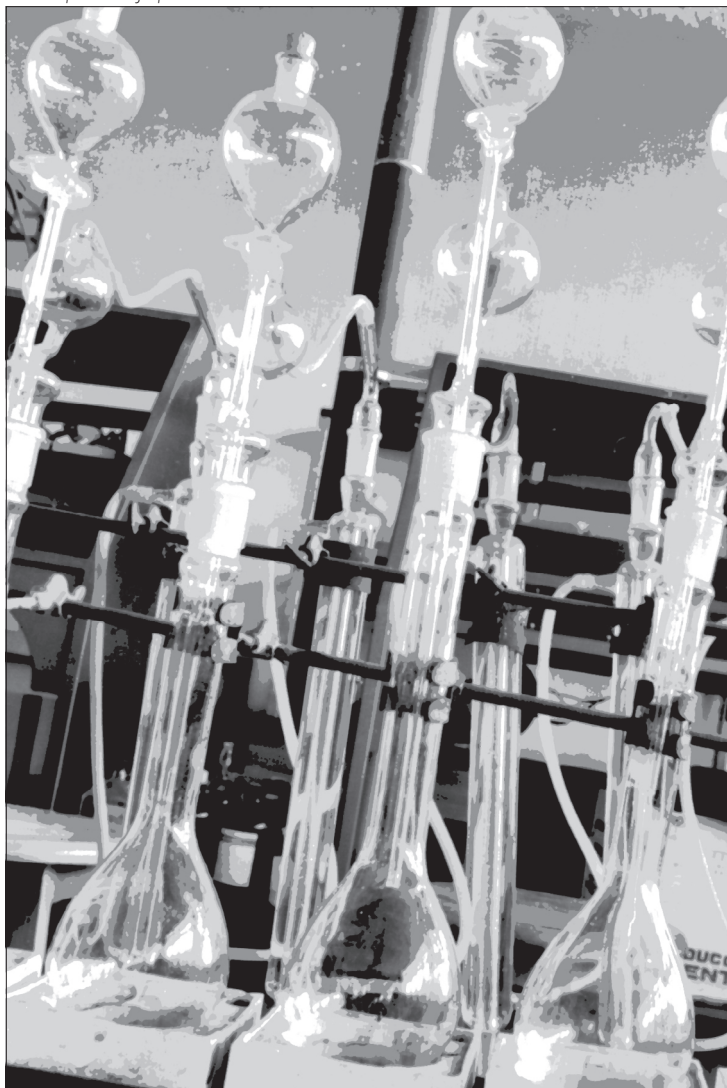
ção de fenômenos, por isso a interatividade da rede nos traz uma série de vantagens. A revolução está apenas começando.”

Olhando para o alto por alguns instantes, Marques parece examinar suas projeções para o futuro, certificando-se de sua precisão. Parece hesitar um instante, para sugerir em seguida que os 70 anos da USP marcam o começo de uma nova era para a unidade. “Na realidade, vamos comemorar 35 mais 35 anos. Há 35 anos a Reforma Universitária, que extinguiu as cátedras e criou os institutos, mudou os rumos da Universidade e possibilitou uma expansão da física. Hoje temos seis mil doutores no Brasil – 30 vezes mais que na época da reforma – e a USP produziu 25% desse contingente. Mas o país produz 200 doutores por ano, mesmo número de uma só universidade norte-americana. É aí que começa nosso desafio após estes 70 anos” – um gesto vago indica a janela por onde se vê, ao longe, os prédios fora do *campus* – “para continuarmos crescendo, temos que levar o físico para a indústria”.

Na imensa Escola Politécnica, a revolução digital é uma questão prática – os

laboratórios contribuem com pesquisas sobre ferramentas com foco no ensino a distância e desenvolvimento da Internet 2 – enquanto a administração prioriza a formação do engenheiro com o projeto “Poli 2015”, lançado no fim de 2002. No prédio da administração, um longo corredor ganha ares de solenidade com seus quadros a óleo retratando os diretores da Poli nos últimos 110 anos. No fim dele, o professor Ivan Faleiros, ocupando a sala da vice-diretoria, define o projeto 2015: num amplo debate, incluindo alunos, funcionários e três gerações de docentes, a Poli imagina como é a instituição ideal para a próxima década e utiliza esse sonho como guia para projetos. Nada poderia ser mais apropriado para um engenheiro.

Foto: Arquivo CCS/Jusp



“Estamos em fase de pavimentar o caminho, mas já sabemos que nossa principal preocupação são os formandos. O futuro chega cada vez mais depressa e não adianta passar para o estudante um conteúdo meramente técnico, profissionalizante. Tudo isso muda o tempo todo e fica obsoleto – o que sobra é a formação de base, o que permanece é o caráter. O projeto pretende discutir como reforçar a aptidão para aprender a aprender.”

O projeto é amplo como a Poli. Abarca uma modernização administrativa com desburocratização, valorização dos funcionários, melhorias da infra-estrutura, aspectos de integração acadêmica, com criação de projetos multidisciplinares – incluindo uma ênfase em visões humanísticas –, maior integração com a sociedade e com os setores produtivos e atualização dos métodos de ensino. Mas uma preocupação parece permear suas múltiplas dimensões: garantir ao profissional uma formação sistêmica. “O engenheiro se preocupou muito com sua especialização e esqueceu a sua responsabilidade social. Vamos levantar idéias para incluir no curso alguma atividade social como forma de incutir essa consciência.”

NAS FRONTEIRAS DA CIÊNCIA

Andando pelos laboratórios das três unidades, ouvindo os pesquisadores, é impossível não observar: o comprometimento social é um chamado que parece ecoar em uníssono na Universidade. É com ele que Chaimovich chega à síntese de seu raciocínio: “A química não existe sem as pessoas que a produzem. Ela tem uma importância crucial e não está separada da sociedade. Nos últimos dez anos isso ficou claro e daí surgem coisas como ‘química ecológica’ – campo de pesquisa que incentivamos –, daí veio a criação, no ano passado, do curso de Química Ambiental. Gerenciar nossa relação com a sociedade utilizando tecnologias ultrapassadas seria deixar de lado os valores intrínsecos à ciência.

Por isso nos encaminhamos sempre para as fronteiras do conhecimento”.

A área de fronteira não se resume à química ambiental. O Instituto avança nos territórios do futuro em várias frentes: a nanoquímica, transformando propriedades moleculares da matéria e artefatos úteis; a biologia molecular, ou biotecnologia – ficam no IQ os laboratórios que acabam de decifrar a estrutura do genoma da esquistossomose; ou a química teórica, que explica, com ferramentas matemáticas, o comportamento de moléculas muito complexas, predizendo os experimentos necessários.

A mesma coisa acontece na física: medicina ótica; aperfeiçoamento de materiais semicondutores; a nanotecnologia; o desenvolvimento de materiais biológicos, cerâmicos e superligas metálicas com infinitas aplicações; a investigação das propriedades do plasma para a futura geração de energia por fusão nuclear; a detecção de ondas gravitacionais – que um dia poderá gerar meios para desvendar o eterno mistério dos buracos negros...

Enquanto físicos e químicos da USP avançam nas fronteiras da ciência, os engenheiros, buscadores de soluções, mergulham em linhas de pesquisa de caráter seminal. No prédio da Engenharia Elétrica, o engenheiro Moacyr Martucci, diretor da Comissão de Pesquisa da Poli, abre um sorriso de comisseração quando é exortado a mencionar as áreas que simbolizam os rumos da engenharia. “Poderia citar pelo menos 40 áreas promissoras na Poli. Mas vou lembrar algumas que têm um efeito alavancador. A pesquisa na área de redes computacionais é importante tanto no campo de segurança de sistemas, que impulsionam setores como aviação e ferrovias, quanto na qualidade de serviços, que proporciona o aperfeiçoamento do comércio eletrônico, do ensino a distância e da telemedicina. A ‘Caverna Virtual’, um complexo para realidade virtual de altíssima resolução que permite às pessoas em seu interior a interação com um mundo simulado por computador através do uso de um sistema de múltiplas projeções. Esse laboratório de imersão em realidade virtual tem aplica-

ções científicas em áreas como medicina, arquitetura, design, aeronáutica, biologia, petroquímica e outras. O Tanque Numérico, que simula condições marítimas a fim de calcular parâmetros das plataformas de prospecção de petróleo em áreas profundas e poderá ser um instrumento essencial para o Brasil aumentar sua produção petrolífera. A área de pesquisa de materiais aplicados à engenharia civil, onde há projetos de uso de insumos não convencionais, como casca do coco para a construção de casas de baixo custo. As pesquisas de engenharia de alimentos, que têm um papel fundamental na automação agrícola, na produtividade e no meio ambiente...”.

Wilson Ruggiero, do Departamento de Engenharia da Computação e Sistemas Digitais, é responsável por algumas dessas áreas alavancadoras na Poli. A Internet 2, um projeto mundial que consiste na implantação da infra-estrutura de rede e na criação de serviços e aplicações da próxima geração da Internet, foi implementada na cidade pela Poli no fim de 1999. “São 150 km de fibra óptica funcionando na região metropolitana de São Paulo ligando o Centro de Computação Eletrônica da USP, a Poli, a PUC-SP, a Unifesp, a Telefônica, a Net e a Fapesp a 155 megabits por segundo. A rede é fechada, dedicada à pesquisa, mas serve como laboratório para o desenvolvimento de aplicações que vão enriquecer violentamente a capacidade de interação remota.” A capacidade de interação da Internet 2 é determinada pela diminuição do tempo e aumento da qualidade na circulação de informações – quanto mais a pesquisa avança, mais viável trocar as relações presenciais por relações virtuais. “Quando isso for levado para além do âmbito educacional, poderemos desenvolver o comércio via *web* num grau jamais imaginado – o vendedor poderá de fato atuar e induzir à compra. Mas trabalhamos principalmente no desenvolvimento de duas aplicações: a teleducação e a telemedicina.”

Outro campo promissor da pesquisa de Ruggiero é a segurança de redes. Quando a sociedade passou a usar as redes para ativi-

dades como negócios *on line*, comércio e movimentações financeiras, a questão da segurança ganhou grande relevância – a Poli esbanja experiência na área. “Começamos a trabalhar com essa área há cerca de 10 anos e adquirimos grande experiência. Hoje, os sistemas de pagamentos bancários desenvolvidos no Brasil têm posição de destaque no mundo. A Poli ajudou significativamente na criação do primeiro Internet Banking do país. A pedido da Secretaria da Fazenda, desenvolvemos mecanismo contra a fraude na coleta e arrecadação de impostos. Fizemos também o mecanismo de segurança baseado em assinaturas digitais para licenciamento de veículos e recolhimento de taxas no Detran. Desenvolvemos algoritmos que precisavam ser adaptados à infra-estrutura tecnológica existente no país – uma assinatura digital apropriada para a baixa tecnologia empregada nos caixas de bancos. Com a experiência adquirida, ajudamos no avanço dos padrões mundiais de segurança, competindo em igualdade com os maiores centros de pesquisa da Europa e Estados Unidos.”

As investigações sobre segurança de redes e da Internet 2 são exemplos de pesquisa de ponta com aplicação útil para a sociedade. No Instituto de Física, outros exemplos, sob outras formas. O físico Nei de Oliveira dirige um grupo de pesquisas que investiga novos materiais semicondutores que contêm componentes magnéticos. “Lidamos com campos magnéticos extremamente altos em temperaturas muito baixas. A física de semicondutores faz parte da nanotecnologia – uma camada de semicondutor tem cerca de meio nanômetro (um bilionésimo de metro). Para entender seu comportamento precisamos de temperaturas muito baixas, que mantêm as partículas quietas. Um material desses tem alto interesse tecnológico.” Os semicondutores são a base da indústria eletrônica e continuam evoluindo. A importância da pesquisa desses materiais é traduzida em números pela Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica: a importação de componentes eletrônicos contribui com um déficit de 8 bilhões de dólares ao ano na

balança comercial brasileira. O mercado potencial de semicondutores no país é de 5,5 bilhões de dólares.

Enquanto anda pelos corredores do Departamento de Física de Materiais e Mecânica, mostrando cada um dos inúmeros laboratórios que coordena, Oliveira explica seu outro projeto de pesquisa, o “Gráviton”. “Estamos construindo uma antena para detecção de ondas gravitacionais. São oscilações do campo gravitacional que têm grande interesse científico por serem parte das previsões da teoria da relatividade geral. Seus efeitos são muito pequenos e elas nunca foram observadas, embora sejam calculadas teoricamente. Elas são tão sutis que são a única coisa que os buracos negros não engolem. Por isso, podem ser no futuro a chave de um instrumento de sondagem desses objetos. Para trabalhar com elas precisamos eliminar o ruído térmico, esfriando massas grandes em temperaturas ultrabaixas.” Ele aponta o detector, uma impressionante espécie de “garrafa térmica” de cerca de três metros de diâmetro encaixada até a metade num grande nicho no chão.

Andando-se alguns metros, passa-se do extremamente gelado ao incrivelmente quente. No Departamento de Física Aplicada, o professor Álvaro Vanucci estuda o plasma – o chamado quarto estado da matéria – com a finalidade de produzir uma nova alternativa de energia a partir da fusão termonuclear controlada. O laboratório de plasma do IQ possui um “Tokamak” – um equipamento sofisticado para o confinamento e estudo do plasma. O aparelho, cuja estrutura metálica tem a forma de um imenso pneu com janelas de vidro para observação do plasma, fica num amplo salão repleto de complexos aparatos eletrônicos, onde Vanucci explica o objetivo do laboratório. Na sala ao lado, vários cientistas analisam as informações sobre o plasma, registradas em dúzias de computadores. “O plasma compõe 99% do universo – o sol e as estrelas são plasma. Confinamos essa matéria, extremamente quente e rarefeita, num campo magnético, para estudar suas propriedades. O objetivo é dominar o

conhecimento sobre o plasma e aplicá-lo à produção de energia por fusão. Os átomos de hidrogênio confinados em estado de plasma têm seus núcleos fundidos, gerando como resíduo átomos de hélio e liberando uma quantidade de energia maior que a da fissão atômica. Será uma energia limpa e segura, se conseguirmos controlar o processo e criar reatores.”

O pesquisador é avisado de que o salão será evacuado, pois haverá um disparo de plasma dentro de 15 segundos. Enquanto sai do salão, Vanucci explica que a USP pretende participar do projeto internacional “Iter”, para a construção de um “Tokamak” muito maior, das dimensões de um prédio, a ser instalado na Espanha, provavelmente. “Só que a máquina trabalhará mesmo como um reator, transformando energia de fusão em energia elétrica. Os Estados Unidos, a União Européia, a Rússia, o Japão e a Coreia investirão uns 5 bilhões de dólares. O Iter deve ficar pronto em oito ou dez anos. Funcionará como reator dentro de duas ou três décadas e fornecerá energia comercialmente daqui a 50 anos – o que é essencial, já que o modelo energético baseado no petróleo não vai agüentar muito tempo.”

A questão da energia limpa não deixa de ser mencionada numa sala do Instituto de Química, onde o professor Henrique Toma coordena um grupo de mais de 20 pesquisadores da área de nanotecnologia supramolecular. Os cientistas desenham ali ferramentas em escala nanométrica. Trata-se de objetos com dimensões entre 100 e 200 átomos. “É a escala do DNA. Em vez de miniaturizar, compomos os objetos a partir da modificação de moléculas, como se fosse um ‘lego’ molecular. Esses objetos são tão pequenos quanto úteis. Acabamos de patentear um sensor que identifica o dióxido de carbono no vinho e serve para fazer controle de qualidade de produção da bebida. Mas podemos também fazer biossensores capazes de medir em tempo real a presença de determinada substância no sangue, na urina, em medicamentos, em alimentos...”

A filosofia é gerar sistemas funcionais que imitam a natureza, produzindo artefatos úteis e aprendendo como a natureza

funciona. “Com essa visão acabamos fazendo uma química mais limpa. A natureza sabe química há milhões de anos e nós estamos começando, mas estamos queimando etapas. Vemos uma célula como um conjunto de nanomáquinas. Se conseguirmos imitá-la, colocando a molécula na posição certa, seremos capazes de criar por exemplo uma fotossíntese artificial e vamos aprender com a natureza a gerar uma energia limpa e boa. Podemos fazer dispositivos fotoeletroquímicos, que convertem a luz em eletricidade, nanotubos que sirvam como sondas para microscopia atômica, ou aparelhos para clivagem de DNA em terapias fotodinâmicas (destruindo células indesejáveis com a luz). Hoje, com nanotubos de carbono, já se pode fazer um circuito eletrônico dando-lhe a propriedade que quiser.” O nanotubo funcionalizado como sonda atômica é, segundo o cientista, o futuro da informática. O menor transistor hoje tem 65 nanômetros. A previsão é que se chegue a 10. Se chegarmos a um nanômetro teremos desenvolvido a eletrônica molecular. “Quer um exemplo de computador molecular? O seu cérebro.”

Em outra sala do IQ, Alicia Kowaltovski também procura imitar a natureza. A cientista comanda um grupo que estuda como as mitocôndrias regulam a sobrevivência da célula. A organela que gera energia na célula também é responsável por matá-la. “Numa situação de infarto cardíaco as células morrem indesejavelmente, enquanto certos tumores são células que deveriam morrer e continuam vivas e se reproduzindo. Nos dois casos a mitocôndria regula o processo e estamos procurando compreendê-lo. Entender esse processo poderia contribuir para a prevenção de doenças como o infarto cardíaco, o acidente vascular cerebral e o desenvolvimento de tumores.” Formada em medicina, a cientista vê sua pesquisa como uma pequena parte de um esforço científico global e multidisciplinar. “Quando aumentamos o conhecimento específico em um determinado campo de conhecimento, aparecem aplicações em outras áreas. A bioquímica é o exemplo máximo de interdisciplinaridade.”