

Hélice Tríplice: inovação e empreendedorismo universidade-indústria-governo

HENRY ETZKOWITZ^I e CHUNYAN ZHOU^{II}

Introdução

TENDO se originado como uma metáfora para identificar os protagonistas de um sistema icônico de inovação regional na Rota 128 em Boston, a Hélice Tríplice tornou-se um modelo reconhecido internacionalmente, que está no âmago da disciplina emergente de estudos de inovação, e um guia de políticas e práticas nos âmbitos local, regional, nacional e multinacional. A Hélice Tríplice provê uma metodologia para examinar pontos fortes e fracos locais e preencher lacunas nas relações entre universidades, indústrias e governos, com vistas a desenvolver uma estratégia de inovação bem-sucedida. Identificar a fonte generativa do desenvolvimento socioeconômico baseado no conhecimento é o cerne do projeto de inovação da Hélice Tríplice para aprimorar as interações universidade-indústria-governo.

Governo e indústria, os elementos clássicos das parcerias público-privadas, são reconhecidos como importantes esferas da sociedade desde o século XVIII. A tese da Hélice Tríplice é que a universidade está deixando de ter um papel social secundário, ainda que importante, de prover ensino superior e pesquisa, e está assumindo um papel primordial equivalente ao da indústria e do governo, como geradora de novas indústrias e empresas. A Universidade Empreendedora, exemplificada pelo MIT e por Stanford, que substitui e incorpora o modelo de Torre de Marfim, vai se tornando um formato acadêmico cada vez mais significativo. À medida que a sociedade industrial é suplantada por uma era baseada no conhecimento, o conhecimento avançado é cada vez mais expeditamente traduzido em usos práticos, devido à sua natureza polivalente, simultaneamente teórica e prática. Processos de transferência de tecnologia a partir de descobertas teóricas que outrora levavam gerações para ocorrer agora transcorrem ao longo da vida profissional de seus inventores, dando-lhe a possibilidade de participarem tanto do processo de inovação como no de pesquisa.

Esse fenômeno é um argumento fundamental para envolver as instituições criadoras de conhecimento mais de perto no processo de inovação. Forjada em diferentes tradições acadêmicas e nacionais, a universidade está adotando um formato empreendedor comum que incorpora e transcende suas missões tradicionais de educação e pesquisa. A “Segunda Revolução Acadêmica” con-

temporânea segue a Primeira Revolução Acadêmica, de meados do século XIX e ainda em curso, que legitimou a pesquisa como missão acadêmica. A Segunda Revolução surge da confluência do desenvolvimento interno das instituições de ensino superior como a estruturação de grupos de pesquisa como “quasi-empresas”, e de influências externas sobre as estruturas acadêmicas associadas à eclosão da inovação “baseada no conhecimento”. Políticas, práticas e inovações organizacionais destinadas a traduzir conhecimento em atividade econômica e a resolver problemas da sociedade espalharam-se pelo mundo todo. A Academia é assim inspirada a desempenhar um papel criativo no desenvolvimento econômico e social, a partir de uma perspectiva independente no trato das prioridades do governo, da indústria e do cidadão.

O modelo da Hélice Tríplice

As interações universidade-indústria-governo, que formam uma “hélice tríplice” de inovação e empreendedorismo, são a chave para o crescimento econômico e o desenvolvimento social baseados no conhecimento. Indo além da coevolução das instituições mediante interações mútuas, trata-se da transição das principais esferas de dupla para tríplice hélice. A análise clássica de relações triádicas de Georg Simmel (Wolff, 1950) recebe um molde institucional na Hélice Tríplice, em que a universidade, a indústria ou o governo atuam como um “*tertius gaudens*”,¹ instigando a inovação. Esse regime de inovação assume uma postura proativa na colocação do conhecimento em prática e na ampliação dos insumos que criarão o conhecimento acadêmico.

Uma relação bilateral está sujeita às propriedades de amor/ódio inerentes a uma díade. Por um lado, a aceitação de uma proposta feita por uma pessoa ou organização de prestígio pode ocorrer sem uma consideração completa. Por outro, há uma tendência a cair em conflito sobre objetivos e metas. Uma relação trilateral modera essas tendências por introduzir possibilidades de mediação, construção de coalizões e vínculo indireto. A Hélice Tríplice eleva a análise feita pelo sociólogo clássico Georg Simmel sobre o potencial da tríade do nível individual das relações pessoais e familiares para os níveis institucional e organizacional da interação universidade-indústria-governo.

Um formato diádico, que muitas vezes se confunde com um acordo prematuro sobre uma estratégia proposta por uma pessoa ou organização de prestígio ou com um conflito sobre metas e objetivos, foi transformado em um marco triádico mais complexo. As suas propriedades de mediação, formação de coalizões e vínculos indiretos, subsumidas do nível micro aos níveis meso e macro, engendraram reflexividade e a produção de novidades. Isso, por sua vez, resultou na invenção e difusão de um modelo de desenvolvimento de empreendedorismo e inovação fundamentado na Hélice Tríplice universidade-indústria-governo que facilitou a inovação institucional.

Definimos a Hélice Tríplice como um modelo de inovação em que a universidade/academia, a indústria e o governo, como esferas institucionais primá-

rias, interagem para promover o desenvolvimento por meio da inovação e do empreendedorismo. No processo de interação novas instituições secundárias são formadas conforme a demanda, isto é, “organizações híbridas”. A dinâmica das esferas institucionais para o desenvolvimento em uma hélice tríplice sintetizam o poder interno e o poder externo de suas interações. No entanto, a dinâmica para desenvolver uma Hélice Tríplice regional provém de “organizadores regionais de inovação” e “iniciadores regionais de inovação (Etzkowitz; Zhou, 2007). Uma sociedade civil vibrante é a base da Hélice Tríplice ideal, com interações entre universidade, indústria e governo como esferas institucionais relativamente independentes. A seguir, discutimos as origens, o desenvolvimento e a utilização do Modelo da Hélice Tríplice como um conceito analítico e normativo.

Em contraste com teorias que enfatizam o papel do governo ou das empresas na inovação, a Hélice Tríplice foca a universidade como fonte de empreendedorismo, tecnologia e inovação, bem como de pesquisa crítica, educação e preservação e renovação do patrimônio cultural. É a introdução desse terceiro elemento, a universidade/academia, dedicada à produção e disseminação criativas de novo conhecimento sob a forma de ideias e tecnologias, que constitui a “grande transformação” da era atual – após a grande transformação do século XVIII, que criou a dupla hélice do governo-indústria, com os seus dois formatos: o estatista e o *laissez-faire* (Polanyi, 1944). Ao contrário das previsões pessimistas de declínio acadêmico, a tese da Hélice Tríplice sustenta que a universidade aprimora a si mesma e o seu papel na sociedade ao integrar numa relação produtiva novas missões às antigas e vice-versa. O mundo acadêmico está entrando na era da universidade empreendedora (Etzkowitz, 1983).

A hélice tripla é um modelo universal de inovação. É o segredo por trás do desenvolvimento do Vale do Silício por meio da inovação sustentável e do empreendedorismo. A Hélice Tríplice é um processo em desenvolvimento contínuo; sua meta é criar um ecossistema para inovação e empreendedorismo. Uma Hélice Tríplice é a verdadeira dinâmica e processo que resultarão em um ecossistema de inovação. Um perigo de se desenvolver uma inovação regional é que apenas o resultado é visto e buscado, enquanto o processo essencial é ignorado. A Hélice Tríplice difere da teoria do (eco) sistema de inovação, que diz respeito à evolução auto-organizada, elementos-chave e massa crítica. A Hélice Tríplice destaca o papel de liderança dos organizadores e iniciadores de inovação, sejam eles indivíduos ou organizações, para reunir diversos atores em um projeto comum. Portanto, embora um ecossistema de inovação que surja como resultado de uma configuração específica da Hélice Tríplice não possa ser duplicado em seu formato exato – como o Vale do Silício, por exemplo –, uma Hélice Tríplice com três protagonistas e vários atores coadjuvantes pode ser reproduzida em qualquer lugar do mundo como um modelo universal de inovação.

As interações e relações triádicas favorecem a inovação e a institucionalização (Berger; Luckmann, 1967). As propriedades matemáticas das relações

sociais, definidas como a distinção fundamental entre relações envolvendo dois ou três parceiros, estão no núcleo da Hélice Tríplice (Wolff, 1950). Todos os relacionamentos são, em última instância, redutíveis a esses dois tipos básicos. Assim, um relacionamento com quatro elementos desmembra-se em duas díades, ou em uma tríade e um elemento isolado. A interação de duas partes pode acabar empacada, seja em um hiperacordo (amor) ou em conflito excessivo, resultando em divórcio. A introdução de um terceiro elemento desapaixonado, um *tertius gaudens*, permite mediar a relação e, potencialmente, reduzir a tendência à superidentificação, de um lado, e ao superdivisionismo de outro. A seguir discutimos as origens históricas e o desenvolvimento da Hélice Tríplice como prática e modelo de inovação.

O segredo da sustentabilidade do Vale do Silício: a Hélice Tríplice em ação

O Vale do Silício exemplifica o efeito de uma dinâmica interativa indireta da Hélice Tríplice. Procedeu do caso mais direto do MIT e da estratégia de desenvolvimento baseado no conhecimento na Nova Inglaterra. Os governadores dos estados dessa região envolveram, desde o início, os três protagonistas na elaboração e implementação de uma estratégia regional de inovação que levou à invenção do modelo de capital de risco e ao surgimento da nova estrutura industrial (Etzkowitz, 2002). No Vale do Silício, a dinâmica triádica começou na academia, mas logo se tornou uma série de intercâmbios de dupla hélice entre universidade-indústria e governo-indústria – e, por fim, uma Hélice Tríplice universidade-indústria-governo.

Foi uma dinâmica de Hélice Tríplice de interações universidade-indústria-governo que impulsionou o desenvolvimento, ainda que não o surgimento, do Vale do Silício. A fonte original do Vale é uma universidade com fronteiras porosas. A liderança fundadora, incluindo o presidente da Universidade de Stanford, David Starr Jordan, incentivou os bacharéis a formarem empresas de tecnologia, em fins do século XIX, para eletrificar a região, utilizando a tecnologia existente. Uma geração seguinte de professores de Stanford, exemplificada por Frederick Terman, junto com seus alunos, interagiu de perto com uma geração seguinte de empresas em busca de inovações incrementais. Nessa época, as empresas muitas vezes eram mais avançadas tecnologicamente do que a universidade e contribuíram para seu desenvolvimento.

Uma dinâmica foi colocada em ação, trazendo demanda tecnológica para a universidade e disseminando os resultados de pesquisas por intermédio de relações de cooperação com essas empresas. Os professores foram autorizados e até incentivados a exercer cargos importantes duplos, nas empresas e no *campus*. A indústria técnica existia em simbiose com a universidade, refletida na alta porcentagem de professores recrutados por seu impacto e encorajados a continuar atividades extra-acadêmicas – esquema que permanece até hoje. Uma dinâmica similar de interação universidade-indústria ocorreu no MIT ainda antes. Ela

se tornou um modelo de novas conurbações de alta tecnologia – como a hoje encontrada em Pittsburgh, em que a Universidade Carnegie Mellon atrai significativas verbas federais de P&D e, desse modo, tornou-se genitora das indústrias emergentes de robótica e inteligência artificial daquela cidade.

O principal fator interveniente no processo de desenvolvimento *à la* Hélice Tríplice no Vale do Silício foi o financiamento em larga escala de pesquisas pelo governo, que permitiu que um processo nascente em pequena escala, exemplificado pela fundação da Hewlett-Packard a partir de um projeto de pesquisa de Stanford, que produzira uma tecnologia inovadora pouco antes da Segunda Guerra, se tornasse um procriador eficiente de *startups* no pós-guerra. Stanford trouxe o governo mais perto de sua órbita logo após a guerra, ao criar o Stanford Research Institute (SRI) dedicado a atrair esse tipo de verba, inclusive para projetos que iam além do interesse e capacidade individual de seus professores. Embora tenha se desvinculado da universidade após os protestos contra a Guerra do Vietnã, o Instituto desempenhou papel-chave na transformação de Stanford em uma universidade de pesquisa financiada pelo governo federal. A dinâmica de crescimento do Vale do Silício, baseada nas placas de silício, foi implementada pela política de compras de transistores do governo federal. O exército dos Estados Unidos, que buscava miniaturizar os equipamentos de comunicação no campo de batalha, acelerou uma curva de aprendizado na criação do transistor que levou ao desenvolvimento do circuito integrado (Etzkowitz, 1984).

O modelo de inovação de Kline de ligações em cadeia (no original inglês *chain-link*), que conecta as demandas de inovações de empresas à oferta de invenções acadêmicas, capturou apenas uma parte dessa dinâmica (Kline; Rosenberg, 1986). O conjunto de empresas que emanaram dessa interação *à la* Hélice Tríplice adquiriu o rótulo de Vale do Silício em 1971. Nas décadas seguintes, a dinâmica essencial foi reproduzida em outros domínios tecnológicos, com apoio de um grupo cada vez mais complexo de atores coadjuvantes, incluindo firmas de capital de risco, escritórios de transferência de tecnologia e outras organizações que cruzavam fronteiras. No entanto, a dinâmica mais fundamental instanciada no Vale emanava das fronteiras porosas entre a universidade e a indústria, entre empresas (Saxenian, 1994) e entre o governo e esses protagonistas mais visíveis do Vale do Silício. Por trás dos dois estudantes de doutorado que se conheceram no Departamento de Ciências da Computação de Stanford e se tornaram os fundadores do Google estava o DARPA (Projeto de Pesquisa Avançada de Defesa), que financiou o grupo de pesquisa ao qual pertenciam e apresentara o problema de busca que eles resolveram.

É uma falácia clássica de “concretude deslocada” que um Parque Tecnológico dotado de um conjunto de edifícios ou um formato institucional formal fechado como um Tecnopolo possam substituir essa dinâmica interativa. Infelizmente, essa é a mensagem mais frequentemente captada por visitantes ao Vale do Silício em busca uma “solução rápida” para criar uma conurbação baseada

no conhecimento, sem que haja uma reestruturação institucional profunda, sem uma nova formação institucional e sem perspectiva e compromisso de longo prazo. Tais esforços costumam ser informados por uma abordagem sistêmica de inovação evolutiva que vê as auto-organizações como tendo funções especializadas, que necessariamente exigem organizações capazes de atravessar fronteiras ou intermediários que naveguem entre as esferas institucionais, com lógicas específicas.

Uma Hélice Tríplice com espaços fronteirios integradores (Etzkowitz; Champenois, 2017) e esferas institucionais que “assumem o papel do outro” assemelha-se mais de perto a um processo de inovação em espiral, em que as lacunas podem ser preenchidas pela substituição de um protagonista por outro. É esta última capacidade que torna a Hélice Tríplice particularmente relevante tanto para regiões industriais em desenvolvimento como em declínio. Na verdade, as duas regiões prototípicas da Hélice Tríplice nos Estados Unidos – o Vale do Silício e Boston, tal como eram no início do século XX – exemplificam esses dois ambientes clássicos de inovação que necessitam de ação colaborativa e o apoio de políticas públicas.

Ao contrário das interações que cruzam fronteiras porosas, as fronteiras que impedem a inovação são preservadas por uma abordagem sistêmica de inovação que tende a ser contraproducente justamente para o propósito que ela almeja alcançar, de promover a inovação. O modelo de aceleração, exemplificado pela Y Combinator e pela StartX,² ambas no Vale do Silício, é mais relevante para o crescimento de *startups* depois que houver uma dinâmica de Hélice Tríplice em seu substrato. O elemento-chave de tais aceleradoras é um processo de treinamento mediante seleção, inserção em uma rede de *startups* assemelhadas, mentoria por empreendedores experientes e acesso a oportunidades de investimentos-semente. O formato acelerador depende de um ambiente de alta tecnologia já desenvolvido, repleto de investidores-anjos, firmas de capital de risco e colaboradores de *startups* que possibilitem que as empresas apoiadas pelas aceleradoras decolem e floresçam. O ecossistema de inovação em si é um fenômeno de segunda ordem, que repousa sobre uma dinâmica de primeira ordem de interações de Hélice Tríplice entre instituições com fronteiras porosas.

Quando a “carroça é colocada à frente dos bois” – por exemplo, quando o regime militar brasileiro construiu parques tecnológicos em regiões suburbanas isoladas durante a década de 1960 –, pouca atividade de inovação ocorreu até que um modelo em menor escala de incubadoras e educação empreendedora em universidades fosse adotado. Na melhor das hipóteses, filiais de empresas existentes e laboratórios governamentais podem ser atraídos para um parque tecnológico isolado. Passadas algumas décadas, quando esses parques fecham ou diminuem de tamanho, ex-funcionários desejosos de permanecer na área poderão criar uma dinâmica de *startups*, como ocorreu em Sophia Antipolis [França] e no Triângulo de Pesquisa [Carolina do Norte]. Uma rota mais direta

consiste em focalizar a facilitação das interações universidade-indústria, especialmente criando um ambiente acadêmico que reconheça esse trabalho como uma atividade valorizada. Uma universidade empreendedora, comprometida com o desenvolvimento de sua região, na qual um número significativo de professores encoraja seus graduados a aproveitar e levar adiante a tecnologia desenvolvida em seus laboratórios bem financiados, e podem, eles próprios, assumir papéis duais em firmas de alta tecnologia, é o núcleo de uma dinâmica *à la* Hélice Tríplice.

Um modelo universal para inovação e empreendedorismo

O modelo da Hélice Tríplice nasceu das iniciativas laterais da universidade-indústria-governo da Nova Inglaterra, a partir da década de 1920, para renovar uma economia industrial em declínio. As iniciativas partiram da liderança política da região, embora um líder acadêmico, o reitor Compton do MIT, tenha desempenhado papel fundamental na invenção de uma nova organização *pro bono* de capital de risco, com o apoio das comunidades empresariais e políticas. Paralelamente, outro grupo de hélices duplas universidade-governo e indústria-universidade convergiu no Vale do Silício no início da década de 1990 graças à Joint Venture Silicon Valley, uma iniciativa liderada por acadêmicos e apoiada por líderes políticos e empresariais locais, que produziu a versão mais dinâmica do modelo até o momento. Seja como for, o Vale do Silício está em risco, não apenas por obra de concorrentes, mas como consequência não intencional do seu próprio sucesso!

Variantes da Hélice Tríplice incluem uma versão *laissez-faire*, com esferas institucionais estritamente demarcadas. No entanto, este é em grande parte um modelo ideológico dos Estados Unidos, que obscurece uma realidade de interações universidade-indústria-governo altamente interativas em nível nacional, regional e local. Em uma versão estatista, dirigida pelo governo, por militares ou pelo Partido, a sociedade civil, na medida em que existe, é uma força de oposição a um regime autoritário. Por exemplo, após a fim do regime militar brasileiro, algumas elementos da oposição acadêmica se tornaram organizadoras de inovação, instituindo programas de treinamento para o empreendedorismo e introduzindo estruturas de apoio à inovação – como incubadoras – nas universidades brasileiras.

Mesmo assim, alguns esforços singulares de grande porte, como o projeto Manhattan para construir a bomba atômica, foram realizados por intermédio desse formato de cima para baixo. No contexto histórico, até mesmo esse projeto controlado pelos militares foi inspirado por acadêmicos e avançou com a participação voluntária da indústria, que deixou de lado a sua ideologia antigoverno enquanto durou a situação de emergência nacional. Durante a guerra, essa Hélice Tríplice temporária transformou as universidades dos Estados Unidos, fazendo com que projetos de pesquisa de grande porte, que eram uma anomalia antes guerra, se tornassem lugar-comum após o confronto. Mais

importante ainda, os cientistas acadêmicos, que haviam se oposto ao financiamento governamental das pesquisas, mesmo no auge da depressão, temendo o controle do governo, mudaram de campo após a guerra. Tendo liderado a criação do Escritório de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (no original inglês, OSRD, Office of Scientific Research and Development) durante a guerra, os cientistas perceberam que, se estivessem fundamentalmente em controle de seus empreendimentos de pesquisa e da distribuição de verbas, eles teriam pouco a temer. De modo que mudaram de atitude e comportamento, e passaram a ver o governo como um aliado potencial de uma ciência capaz de “mostrar serviço”, fosse para obter vitória militar ou alcançar objetivos em tempos de paz. Desde então, a meta dos defensores da política de inovação dos Estados Unidos – e, na verdade, do mundo inteiro – tem sido a tentativa de realizar essa visão.

A Hélice Tríplice é um processo dinâmico para a inovação interminável que se vale dos três espaços da Hélice Tríplice: conhecimento, consenso e inovação. Quando cientistas ou outros se apropriam do conhecimento científico com o intuito de gerar renda, a própria ciência deixa de ser um processo cultural que consome o excedente da sociedade e se torna uma força produtiva que gera novos rendimentos a partir de um aspecto da cultura. Quando os representantes da universidade, da indústria e do governo, assim como outros protagonistas, são convocados para discutir os problemas e potencialidades regionais, pode nascer uma nova dinâmica de inovação e empreendedorismo. Quando esses espaços de “conhecimento” e “consenso” se unem, o palco está pronto para a adaptação e invenção de novas metodologias para o desenvolvimento econômico e social baseado no conhecimento.

Não importa se todos os espaços estão suficientemente maduros, a inovação pode acontecer mesmo que bem no início esteja em um estágio de baixa tecnologia. A Hélice Tríplice “organizada” é uma ferramenta institucional invisível de crescimento econômico regional e de desenvolvimento social. *Portanto, não podemos duplicar um ecossistema como o Vale do Silício, pois algumas condições naturais e sociais são limitadas; mas podemos criar uma dinâmica de Hélice Tríplice em qualquer lugar em que houver academia, indústria e governo, ou a capacidade de iniciar essas instituições com base nas condições existentes para a inovação, mesmo na ausência de uma ou mais esferas. Todavia, como esses processos podem ser aprimorados?*

A inovação, isto é, a reconfiguração de elementos em uma combinação mais produtiva, assume significados mais amplos em sociedades cada vez mais baseadas no conhecimento (Etzkowitz; Dzisah, 2008). A inovação, outrora limitada ao desenvolvimento de novos produtos por empresas, também inclui a criação de arranjos organizacionais que melhorem o processo inovador. Apenas um grupo relativamente pequeno de especialistas na indústria e na academia se interessava por inovação quando esta se limitava a análise do aprimoramento de produtos. Nos últimos anos, a configuração adequada da relação entre a forma-

ção de empresas, alta tecnologia e crescimento econômico tornou-se também uma questão de interesse e debate público.

A maior interação entre universidade, indústria e governo como parceiros relativamente iguais é o cerne do modelo Hélice Tríplice de desenvolvimento econômico e social. A tese da Hélice Tríplice leva esse modelo de interação entre esferas institucionais um passo além, para novas estratégias e práticas de inovação decorrentes dessa cooperação. A Hélice Tríplice também se torna uma plataforma para a “formação institucional”, isto é, a criação de novos formatos organizacionais para promover a inovação, *e.g.*, incubadoras, parques tecnológicos e as firmas de capital de risco. Essas novas organizações surgem da interação entre universidade, indústria e governo para promover a inovação e são elas próprias uma síntese dos elementos da Hélice Tríplice.

Estamos cada vez mais conscientes de que uma sociedade baseada no conhecimento opera de acordo com um conjunto de dinâmicas diferentes das da sociedade industrial, focadas na fabricação de bens tangíveis. As economias baseadas no conhecimento também estão mais firmemente ligadas a fontes de novos conhecimentos e mais sujeitas a um estado de transformação contínua do que presas a arranjos estáveis. Promover um processo contínuo de formação de empresas com base em tecnologias avançadas, muitas vezes originárias da universidade, torna-se o núcleo da estratégia de inovação da Hélice Tríplice.

Fontes da Hélice Tríplice

A presença de uma universidade empreendedora, cujos professores e alunos buscam ativamente os resultados úteis de suas pesquisas é um fator-chave da inovação regional. A partir da Faculdade de Engenharia de Stanford, uma cultura empreendedora espalhou-se por toda a universidade, do Departamento de Engenharia Elétrica até o de Ciências da Computação, a Faculdade de Medicina e outras universidades da região, como Berkeley e a Universidade da Califórnia em San Francisco (UCSF), uma universidade médica especializada, as quais anteriormente não viam isso como sua missão.

A universidade é a instituição fundamental das sociedades baseadas no conhecimento, assim como o governo e a indústria foram as principais instituições da sociedade industrial. A indústria continua a ser protagonista no âmbito da produção e o governo ainda é a fonte das relações contratuais que garantem interações e intercâmbios estáveis. A vantagem competitiva da universidade em relação a outras instituições produtoras de conhecimento são os seus alunos. O seu ingresso e graduação regulares traz continuamente novas ideias, em contraste com as unidades de P&D das empresas e dos laboratórios governamentais, que tendem a se ossificar, sem o “fluxo de capital humano”, que é parte intrínseca da universidade.

Por trás da face pública do Vale do Silício, de suas indústrias e empresas icônicas, existe uma série de ações governamentais: por exemplo, o contrato naval do início do século XX para uma empresa desenvolver comunicações por

rádio de longa distância; o primeiro instituto de pesquisa de Stanford que buscou apoio da P&D governamental após a guerra; a aquisição de transistores pelo Exército, criando um mercado seguro; o programa DARPA de tecnologias de pesquisa que contribuíram para o desenvolvimento do algoritmo do Google; e o meio bilhão de dólares de financiamento incentivado concedido pelo governo Obama para a Tesla. Há outros exemplos. O governo federal não só financiou o desenvolvimento de muitos setores pioneiros (incluindo as várias tecnologias que tornaram possível a internet) que levaram ao crescimento do Vale do Silício e de seu ecossistema dinâmico de inovação, como também tem sido um dos principais clientes de tudo o que o Vale produz, sejam produtos, sejam *insights* de pesquisa de ponta – um papel que muitas vezes é subestimado (Lecuyer, 2005).

Nesse modelo de esferas interativas, iniciativas empreendedoras não incluem apenas ações de indivíduos que formam empresas na esfera industrial. Existem também iniciativas empreendedoras organizacionais, assim como individuais. Universidades e organizações governamentais igualmente podem ser empreendedoras e o empreendedorismo pode ser resultado da colaboração de indivíduos e organizações em várias esferas institucionais.

Esses avanços ocorreram em ritmos diferentes em cada país e com ênfases diferentes em cada universidade. Na Suécia, novas universidades e faculdades regionais, como Linköping e Blekinge, assumiram antes que outras a tarefa de capitalizar o conhecimento e tornaram-no uma característica especial de sua cena acadêmica. As inovações incluem programas de treinamento em empreendedorismo e o incentivo à transição de projetos conjuntos de treinamento de alunos para a formação de firmas. Fundações mais antigas, como as universidades Karolinska e de Uppsala, também se envolveram mais recentemente, lançando importantes iniciativas, muitas vezes em colaboração com outras instituições acadêmicas da região ou de outras regiões – parques tecnológicos, centros de pesquisa interuniversitários e universidades em rede.

Transformação semelhante pode ser identificada no papel emergente do governo como um capitalista de risco público, um instigador e financiador de novas empresas baseadas em novas tecnologias. A implementação do conceito de capital de risco criou um modelo organizacional que é uma amálgama de elementos das três esferas, pelo menos nos dias primevos da indústria. A ideia da firma de capital de risco foi inventada na década de 1930 nos Estados Unidos mediante discussões entre atores da universidade, da indústria e do governo, que focaram a necessidade de criar uma entidade que oferecesse capital-semente e assessoria empresarial a possíveis empreendedores científicos. A função de capital-semente de risco foi reforçada por meios públicos, à medida que o setor privado se movia para os níveis seguintes do financiamento, deixando o capital-semente para os chamados investidores-anjo, que não tinham como satisfazer plenamente a necessidade.

Regiões em declínio buscam aprimorar suas capacidades de P&D e fornecer um motor de crescimento alternativo para as indústrias em declínio, ou melhorar a capacidade de desenvolvê-las, se ainda possível. Isso geralmente envolve a tentativa de atrair empresas para a região a fim de que melhorem o nível das firmas existentes. No entanto, a geração de novas indústrias e empresas a partir de pesquisa avançada e treinamento, em geral localizadas em universidades, vem recentemente chamando a atenção como uma estratégia alternativa de desenvolvimento. Boston começou a desenvolver a Hélice Tríplice antes que o norte da Califórnia e, na verdade, inventou suas principais características, como modelo interativo: o estabelecimento de uma organização híbrida que representa essas três esferas, com a missão de preencher lacunas regionais. O modelo da Hélice Tríplice de desenvolvimento regional baseado no conhecimento proveio do papel do MIT no desenvolvimento de uma estratégia para a renovação da Nova Inglaterra durante a Grande Depressão na década de 1930. Foi implementado no início do período pós-guerra com a invenção de organizações híbridas, sintetizadas a partir de elementos da Hélice Tríplice, como as firmas de capital de risco (Etzkowitz, 2002).

Uma Hélice Tríplice regional para inovação e empreendedorismo pode ser criada de acordo com os seguintes princípios:

1. A Universidade Empreendedora é um motor-chave em uma economia baseada no conhecimento e um importante tracionador do desenvolvimento social. Em uma sociedade baseada no conhecimento, ela se tornou uma esfera institucional primária no mesmo nível que a indústria e o governo. É uma peça fundamental para desenvolver o espaço do conhecimento e, cada vez mais, os espaços de inovação e de consenso.
2. A formação e o desenvolvimento de firmas baseadas no conhecimento são os resultados das interações entre os atores primários e secundários de uma Hélice Tríplice. Os atores secundários variam de acordo com o ambiente local, ao passo que os atores principais variam em sua força.
3. O papel do governo na Hélice Tríplice deve ser moderador, não controlador. Seu objetivo é garantir que a Hélice Tríplice funcione bem, incluindo as hélices duplas governo-universidade, universidade-indústria e indústria-governo, assim como as três hélices simples. O governo pode ser o melhor candidato para criar um “espaço de consenso” reunindo os protagonistas relevantes para conceber e implementar projetos de inovação.
4. O capital de risco pode atuar como uma parceria ou como o braço de uma corporação, governo, universidade ou fundação. O setor de capital de risco privado, baseado em parcerias, foi formado pelas interações entre todos os protagonistas da inovação e é um importante propulsor da formação e crescimento de empresas.

5. As atividades de inovação ocorrem principalmente no espaço da inovação, que consiste em diversas organizações resultantes do esforço intelectual de uma “entidade inovadora”, não de um único inventor. As entidades dentro e entre as esferas institucionais da Hélice Tríplice que traduzem o conhecimento em atividade econômica podem atuar como uma sequência integrada ou isoladas umas das outras, unidas apenas pelos empreendedores que buscam seu apoio, consecutiva ou simultaneamente. Incubadoras, aceleradores e escritórios de transferência de tecnologia promovem *startups* e desenvolvimento inovador em uma determinada região, apoiados por governos municipais, universidades e associações empresariais setoriais, entre outros.
6. A inovação é um processo interminável. A Hélice Tríplice, como modelo para manter e desenvolver o processo, é uma teoria universal de inovação e empreendedorismo. No futuro, atuará com vistas não só ao crescimento econômico, mas também ao desenvolvimento social, encorajando o mundo a transcender os “ismos” e avançando para uma sociedade *à la* Hélice Tríplice.

Elementos e interações de Hélice Tríplice também foram identificados em uma ampla variedade de cenários internacionais emergentes de inovação. Alguns foram implantados de cima para baixo por grandes iniciativas lideradas pelo governo, como o projeto Skolkovo, instituindo em Moscou uma universidade tecnológica e um parque tecnológico; em outros casos o processo se deu mediante avanços cumulativos, como em Chattanooga, Tennessee, onde iniciativas do setor imobiliário para promover o desenvolvimento de *startups* repousam em projetos de “banda larga” e de expansão universitária, em que o governo desempenhou papel importante. Mesmo regiões como a dos montes Apalaches, sofrendo intensamente o desaparecimento de setores do carvão e aço, estão vivendo o surgimento de projetos de desenvolvimento econômico interinstitucionais. O modelo da Hélice Tríplice também inspirou políticas e programas para o desenvolvimento econômico e social baseado no conhecimento na Europa, Ásia e América Latina.

Avançando para a Hélice Tríplice por trajetórias diferentes

O caminho para a Hélice Tríplice parte de dois pontos de vista opostos: um modelo estatista de governo que controla a academia e a indústria (Figura 1) e um modelo *laissez-faire*, em que a indústria, a academia e o governo, separados uns dos outros, interagem apenas modestamente através de fronteiras firmes (Figura 2). De ambas as perspectivas, há um movimento rumo a uma maior independência da universidade e da indústria em relação ao Estado, por um lado, e a uma maior interdependência dessas esferas institucionais, por outro. A interação entre as esferas institucionais da universidade, indústria e governo, que desempenham seus papéis tradicionais e também os papéis umas das outras, em variadas combinações, é um estimulante da criatividade organizacional. Novas

inovações organizacionais surgem especialmente das interações entre as três hélices (Figura 3). O formato comum de Hélice Tríplice substitui as variantes nos sistemas nacionais de inovação.

Nosso propósito aqui é elucidar a transição para uma tríade de esferas institucionais iguais e sobrepostas. As hélices duplas, que carecem de um terceiro elemento mediador, tendem a relações conflituosas. A questão do equilíbrio adequado entre indústria e governo, incluindo o papel do trabalho e do capital na sociedade, é expressa em teorias e movimentos sociais que promovem o socialismo ou o capitalismo. A contenda entre os proponentes desses dois formatos sociais básicos existe desde o surgimento e crescimento do Estado moderno e da indústria, a partir do século XVIII. No entanto, existe um substrato básico comum entre os regimes *laissez-faire* e estatista, apesar dos formatos aparentemente divergentes. Essa semelhança estrutural é exemplificada pela permutabilidade entre governo e indústria no papel de liderança de várias teorias de reforma do capitalismo e de socialismo de mercado.

Os regimes estatista e *laissez-faire*, os tradicionais modelos concorrentes de organização social nas sociedades modernas, representam dois lados da moeda indústria-governo. As sociedades estatistas enfatizam o papel de coordenação do governo, enquanto as sociedades *laissez-faire* focam a força produtiva da indústria como principal motor do desenvolvimento econômico e social. Ambos os formatos enfatizam o primado dessas duas esferas institucionais, embora em proporções drasticamente diferentes. Desse modo, um papel forte para o governo e fraco para a indústria caracterizam os regimes estatista, enquanto os papéis inversos são a base das sociedades *laissez-faire*.

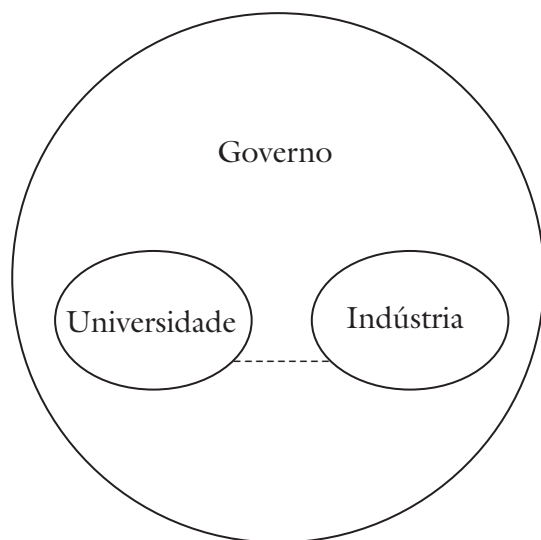
A sociedade estatista

Em alguns países, o governo é a esfera institucional dominante. Indústria e universidade são partes subordinadas do Estado. Quando as relações são organizadas entre as esferas institucionais, o governo exerce o papel de coordenador. Nesse modelo, espera-se que o governo assuma a liderança no desenvolvimento de projetos e forneça recursos para novas iniciativas. A indústria e a academia são vistas como esferas institucionais relativamente fracas, que exigem orientação forte ou mesmo controle. A ex-União Soviética, a França e muitos países latino-americanos exemplificam o modelo estatista de organização social.

O modelo estatista (Figura 1) depende de organizações especializadas ligadas hierarquicamente pelo governo central. Traduzido para políticas de ciência e tecnologia, o modelo estatista é caracterizado por institutos especializados de pesquisa básica e aplicada, incluindo unidades setoriais para setores específicos. As universidades são fundamentalmente instituições de ensino, distantes da indústria. Um órgão de planejamento central foi uma característica essencial da versão soviética de modelo estatista. Era necessária uma decisão desse órgão central de planejamento para que um instituto pudesse implementar pesquisas. O tempo de aguardo dessa decisão muitas vezes impedia a transferência de tecno-

logia, pois as empresas e institutos não conseguiam tratar a questão diretamente, pelo menos não por canais formais.

Figura 1 – O modelo estatista



Na década de 1960, o físico argentino Jorge Sabato estabeleceu um modelo “triangular” de política científica e tecnológica aplicando o modelo estatista a um país em desenvolvimento, argumentando que apenas o governo tinha a capacidade e os recursos necessários para assumir a liderança na coordenação das outras esferas institucionais para criar uma indústria baseada na ciência (Sabato; Mackenzie, 1982). No Brasil, durante o regime militar, as políticas científicas e tecnológicas do governo federal na década de 1970 e início dos anos 1980 tentaram implicitamente realizar a visão de Sabato. O governo financiou projetos de grande porte para apoiar a criação de novas indústrias tecnológicas – como a aeronáutica, de informática e eletrônica. Os projetos geralmente incluíam verbas para melhorar o nível da pesquisa acadêmica de suporte a esses programas de desenvolvimento tecnológico. Um efeito colateral foi o aumento do treinamento local de estudantes de pós-graduação para trabalhar nesses projetos.

O papel do governo cresce em todos os países em momentos de emergência nacional. Os Estados Unidos, por exemplo, se reorganizaram em uma base estatista durante as duas guerras mundiais, colocando a indústria e a universidade a serviço do Estado. O Projeto Manhattan para desenvolver a bomba atômica durante a Segunda Guerra Mundial concentrou recursos científicos e industriais em alguns locais-chave, sob controle militar, para realizar esse projeto. Os pedidos recorrentes de um projeto de tipo Manhattan para resolver problemas tão diversos como câncer e pobreza sugerem a atração do modelo estatista mesmo em países com uma ideologia *laissez-faire*. De fato, o modelo estatista pode produzir ótimos resultados, com boa liderança, um objetivo claro e o investimento de recursos substanciais.

O modelo estatista geralmente incorpora em si o objetivo de desenvolver a indústria tecnológica do país à parte do que ocorre no resto do mundo. Na Europa, esse modelo pode ser visto quando se espera que certas empresas se tornem líderes nacionais dominantes em um campo específico, com apoio do governo, como o Groupe Bull francês no setor de computadores. Nessa configuração, o papel da universidade é visto primordialmente como o de fornecer pessoas treinadas para trabalhar nas outras esferas. Ela pode realizar pesquisas, mas não se espera que desempenhe um papel na criação de novas empresas.

Mesmo na França, que é o regime estatista clássico, muitas dessas expectativas foram se modificando nos últimos anos. Existem esforços para descentralizar as instituições de elite produtoras de conhecimento de Paris a fim de criar outras fontes alternativas de iniciativa. Embora ainda não tenha alcançado a estatura dos *Länder* alemães ou dos governos estaduais norte-americanos, um novo nível de governo regional vem ganhando recursos e é capaz de lançar suas próprias iniciativas. Com isso, as *startups*, que eram inicialmente uma ramificação de programas militares, começaram a adquirir vida própria.

Em sociedades estatistas, mudanças são impulsionadas pela necessidade de acelerar o sistema de inovação, com a introdução de novas fontes de iniciativa. A coordenação burocrática concentra as iniciativas no topo e tende a suprimir ideias que vêm de baixo. As relações laterais informais entre todas as esferas podem sobrepujar parcialmente os procedimentos formais de cima para baixo, como ocorria na antiga União Soviética. No entanto, esse tipo de “gambiarra” tendia a ser restrito a iniciativas relativamente limitadas. Quando havia necessidade de empreender iniciativas de maior porte, o caminho costumava estar bloqueado fora das esferas militar e espacial, que recebiam prioridade extraordinária na União Soviética.

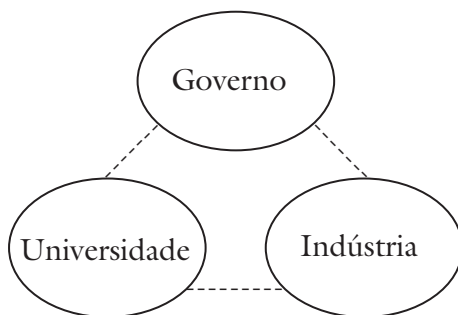
A sociedade *laissez-faire*

Outro ponto de partida do modelo de Hélice Tríplice é a separação das esferas institucionais. Ideologia e realidade frequentemente divergem, com as esferas atuando mais próximas do que o esperado. Nos Estados Unidos, por exemplo, o ceticismo em relação ao governo geralmente obscurece o surgimento da Hélice Tríplice. Na realidade, as esferas institucionais estão bem mais próximas do que se costuma imaginar, ainda que os norte-americanos acreditem num modelo em que governo, indústria e academia atuam em suas respectivas áreas, sem conexões próximas entre si.

No modelo *laissez-faire* (Figura 2), a universidade é uma provedora de pesquisa básica e pessoas treinadas. Seu papel em relação à indústria consiste em fornecer conhecimento, principalmente na forma de publicações e graduados que trazem consigo conhecimento tácito para seus novos empregos. Cabe à indústria encontrar conhecimentos úteis nas universidades, sem a expectativa de receber muita ajuda. Também se espera que a indústria opere por conta própria, com empresas ligadas entre si por relações de mercado de compra e venda. E

espera-se que haja intensa competição entre empresas – com proibição de que haja colaboração.

Figura 2 – O modelo *laissez-faire*



As corporações dos Estados Unidos eram proibidas por lei de cooperar e colaborar entre si, pois esperava-se que, caso houvesse ampla comunicação entre elas, provavelmente formariam cartéis e fixariam os preços de produtos. Assim, de modo geral, as empresas foram desestimuladas de interagir, exceto por reuniões de associações profissionais, onde as pessoas podiam se reunir de acordo com sua área de especialização profissional. Em outras palavras, esperava-se que as empresas de um setor atuassem independentemente umas das outras, fosse em P&D ou no desenvolvimento de produtos.

À medida que a concorrência industrial internacional foi se acirrando, argumentou-se que algumas dessas regras teriam de ser alteradas. Na década de 1970, o aumento da concorrência internacional vinda do Japão fez que se repensassem as relações apropriadas entre as empresas em circunstâncias de paz. As regras antitruste dos Estados Unidos foram modificadas de modo a permitir que as empresas realizem pesquisas pré-competitivas e também que desenvolvam produtos em conjunto. A indústria foi encorajada a se reestruturar nos moldes de alianças estratégicas entre empresas distintas. O conceito de “co-opetição” foi inventado para denotar que as empresas não devem apenas competir, mas também cooperar e colaborar.

No modelo *laissez-faire* o papel do governo deve limitar-se a casos claros de “falha do mercado”, quando os impulsos econômicos, por si sós, não levam à existência de uma atividade. Espera-se então que o governo desempenhe um papel limitado de regulamentação, ou adquirindo produtos, ainda que não necessariamente na área militar, onde existem vínculos muito mais próximos. Por exemplo, a economia militar dos Estados Unidos funciona de acordo com o modelo estatista, dirigida de cima para baixo pelo governo, com a indústria e as universidades desempenhando um papel importante sob essa coordenação.

Espera-se que o governo só desempenhe um papel civil maior quando uma atividade não puder ser fornecida pelo mercado. Se ninguém estiver prepa-

rado ou disposto a colocá-la à venda ou a executar sua função, o governo deve fazê-lo. É com base no argumento das falhas do mercado que se aceita que o governo conceda verbas de fomento à pesquisa para uma universidade, o mercado não atenderá a essa necessidade. Como isso não aconteceria de outra forma, aceita-se que exista um papel limitado para o governo.

Num regime *laissez-faire* se espera que a interação universidade-indústria-governo seja limitada. E quando há interação ou inter-relação entre as esferas, espera-se que ela ocorra através de fronteiras fortemente protegidas e, de preferência, por um intermediário. Por exemplo, durante muitos anos, antes que a maioria das universidades se envolvesse diretamente com patentes, a Research Corporation, uma organização independente sem fins lucrativos, atuou entre as universidades e a indústria. A Research Corporation identificava e protegia resultados de pesquisa patenteáveis e, em seguida, licenciava-os para empresas que os julgassem interessantes. Desse modo, indústria e universidade não se relacionavam diretamente, mas por uma organização intermediária. Em essência, argumentava-se que não era apropriado que tivessem contato direto entre si. No entanto, se precisassem entrar em contato, deveria haver alguma outra entidade que atuasse como intermediária. Ou seja, ainda que universidade e indústria se relacionassem, elas mantinham certo distanciamento.

Cuidados com a preservação de fronteiras, a separação das esferas, papéis institucionais distintos e as empresas como o lócus da atividade econômica caracterizam a sociedade *laissez-faire*. A preocupação com limites é geralmente parte de um complexo maior de ideias e crenças relacionadas à pureza das esferas institucionais. Acredita-se que as funções e as esferas mantenham uma relação unívoca, ou seja, indústria = produção; governo = regulação; universidade = pesquisa básica. Para alguns, expansão ou transbordamento de funções de uma esfera para outra é prova *ipso facto* de declínio; para outros, é sinal de criatividade organizacional e individual.

Por trás de uma fachada de *laissez-faire*, expressões individualistas como o “pesquisador individual”, que denotam o pesquisador principal em uma universidade, na verdade representam grupos de pesquisa que operam como “quasi-firmas” – o formato de pequenas empresas virtuais em que a ciência acadêmica costuma transcorrer. Uma extensão dos programas governamentais de financiamento da pesquisa, sob o pretexto de estar meramente explorando as implicações práticas de suas pesquisas, fornece o equivalente de capital de risco para empreendedores científicos criarem empresas reais. A expectativa é que seja criado um círculo virtuoso em que a propriedade intelectual e a participação no capital das empresas geradas possam pagar as despesas públicas incorridas.

No entanto, importantes questões éticas surgem na interface, especialmente porque os indivíduos desempenham papéis duplos. Conflitos de interesse podem surgir quando alguém ocupa cargos em mais de uma organização. O interesse financeiro da pessoa e até mesmo seu discernimento científico podem

ser afetados pelo fato de ocupar duas posições. Por outro lado, manter essa multiplicidade de pontos de vista facilita a transferência de tecnologia e a criatividade científica. Por exemplo, a Universidade de Newcastle introduziu um esquema de Professores de Prática (PdP) para recrutar empreendedores seriais para suas faculdades. O candidato ideal esperado teria um doutorado e experiência industrial – por exemplo, um empreendedor de firmas de alta tecnologia que desenvolveu ideias para tecnologia avançada que são mais apropriadas para pesquisas em uma universidade do que em um ambiente empresarial.

O conflito de interesses é transformado em confluência de interesses nesse modelo. A nomeação em regime de turno completo (50% do tempo) permite ao PdP criar um grupo de pesquisa e buscar verbas para mantê-lo sem que tenha de abrir mão de seu envolvimento com sua empresa. Com base na premissa de que o conhecimento pode ser teórico e aplicado ao mesmo tempo, e com orientações adequadas e boa vontade, espera-se que uma pessoa com esse tipo de “vida dupla” não só se torne um modelo para professores regulares cujas invenções possam ter potencial empreendedor, como também infunde a universidade com novas ideias de pesquisa provenientes da prática industrial.

Resolver conflitos de interesse e a aparência de conflito é um exercício de equilíbrio ininterrupto e deve incluir a preservação das vantagens decorrentes de confluências de interesse que resultam do envolvimento de um indivíduo em duas ou mais esferas. Algumas estratégias para lidar com conflitos são declarar publicamente a dupla afiliação e retirar-se do processo decisório quando duas organizações concorrentes estiverem envolvidas. Entretanto, conhecimentos necessários podem ser perdidos se esse princípio for levado longe demais, como descobriram os editores de periódicos acadêmicos. Eles decidiram permitir que acadêmicos com ligações com empresas de biotecnologia publicassem resenhas, a despeito de seu envolvimento comercial, pois como o envolvimento comercial tornara-se a norma nessa área acadêmica, haveria uma escassez de resenhistas se agissem de outra forma.

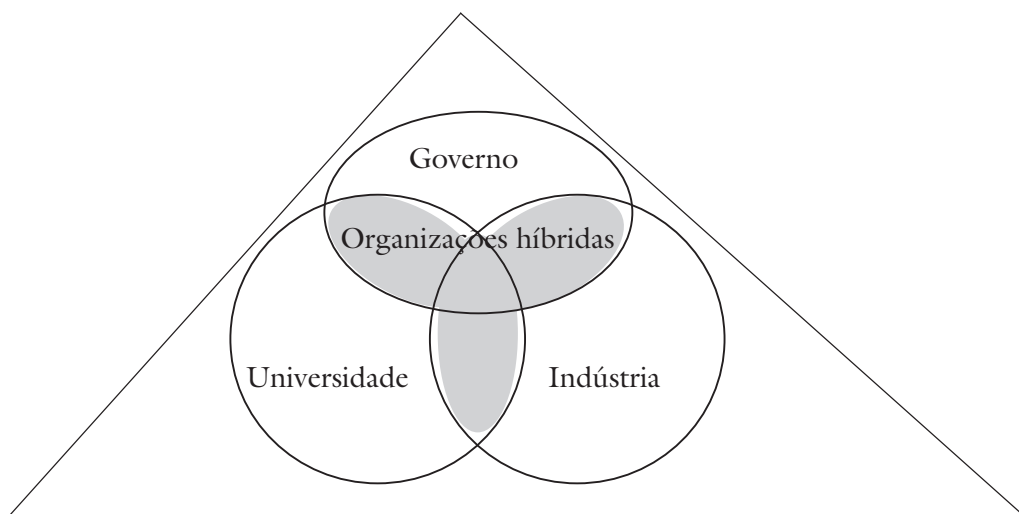
O surgimento de questões de conflito de interesses também pode ser tomado como um sinal positivo de fluxo organizacional e criatividade em estruturas organizacionais rígidas. Constatou-se sucintamente que “nenhum conflito, nenhum interesse”. A universidade aprimora a si mesma e o seu papel na sociedade integrando sua nova missão de contribuir para o desenvolvimento econômico e social a uma relação produtiva com a pesquisa e o ensino, um inspirando o outro, desmentindo teses pessimistas do declínio acadêmico (Bok, 2003).

Rumo a uma sociedade de Hélice Tríplice

Estruturas de Hélice Tríplice (Figura 3) estão surgindo em todas as partes do mundo, ainda que se desenvolvam de modo desigual, com várias ordens de progressão e diferentes taxas de mudança conforme a sociedade. O desenvolvimento da Hélice Tríplice pode mudar de curso ao longo do tempo, sendo liderada pelo governo num dado momento, pela universidade em outro e pela

indústria em seguida – ou qualquer outra ordem. Universidades empreendedoras também exercem papéis diferentes de acordo com a configuração da Hélice Tríplice. Podem dar o empurrão inicial da inovação regional em um cenário em que sejam predominantes; num modelo liderado pelo governo, elas ajudam empresas e indústrias existentes e criam outras por instância do governo; em um contexto liderado por corporações, tais universidades normalmente colaboram com a indústria na inovação de produtos e processos.

Figura 3 – Estrutura social da Hélice Tríplice



Retratamos tendências no desenvolvimento acadêmico e social que estão *in nucleo*, isto é, emergindo da crisálida para se tornar novas vocações sociais. Como observou Schumpeter, “as ciências sociais teóricas retratam apenas tendências dentro da realidade social e nunca completam a realidade social”. Microinovações focalizam a compreensão da dinâmica da inovação de produtos e processos, por exemplo, mediante a cooperação universidade-indústria-governo; já o foco das macroinovações são as estruturas e relações institucionais. No âmbito macro, devido ao desenvolvimento desigual de cada Hélice Tríplice, a força relativa das capacidades de organização e iniciação disponíveis são a base para elaborar estratégias de inovação com diferentes pontos de partida.

Inovação em inovação

As hierarquias verticais das eras pré-industrial e industrial – a primeira baseada na tradição, a segunda na especialização – são gradualmente suplantadas na transição de uma sociedade industrial para uma sociedade baseada no conhecimento. Ocorre então uma renovação das relações sociais comparável à que houve durante a transição para a sociedade industrial. O principal fator em cada uma dessas transformações foi o papel do conhecimento na sociedade. Na sociedade feudal, os conhecimentos mais importantes eram os saberes da tradição, as relações inquestionáveis entre superiores e inferiores na sociedade e as obri-

gações que uns deviam aos outros; na sociedade industrial, por sua vez, eram a sabedoria da burocracia, a realização de tarefas específicas sob supervisão e a compreensão dos fundamentos da disposição de aceitar ordens vindas de cima, por um lado, e a capacidade de gestores darem instruções relevantes, por outro.

Três dimensões independentes – economia, política e status social (a crença na realidade das diferenças sociais com base em algum critério) – coexistem em uma relação de causalidade mútua. O poder político gera riqueza econômica e a capacidade de viver da política; por sua vez, ideias podem ser traduzidas em poder econômico e político. As ideias éticas associadas ao protestantismo foram um ímpeto para o rápido desenvolvimento da atividade econômica no Ocidente, em adição ao acúmulo de forças tecnológicas. Desde então, foram identificadas outras bases para a inovação e para a transformação da sociedade.

Marx lançou os alicerces para uma teoria das esferas sociais diferenciadas ao analisar como a economia capitalista separou-se das relações sociais feudais da sociedade medieval. O fim da economia doméstica tal como retratada por Aristóteles, com a produção passando da casa para a fábrica e o trabalho sendo separado da vida familiar, foi um evento fundamental. Marx também postulou que a ciência seria a fonte da economia futura, com base em uma única ocorrência crucial, a saber, as pesquisas de Perkins sobre corantes na Inglaterra que se tornaram uma indústria na Alemanha. A Hélice Tríplice afirma que a inovação é um processo dinâmico de interação universidade-indústria-governo, cujos microfundamentos estão enraizados no pensamento humano coletivo consciente e cujas ações são a chave para qualquer projeto de inovação. Desse modo, a Sociedade Civil dá sustentação a uma Hélice Tríplice vibrante.

A sociedade civil e a Hélice Tríplice

A sociedade civil baseia-se na aceitação do direito de os cidadãos discutirem livremente, se reunirem e formarem novas organizações, sem permissão especial do governo, dentro de um quadro jurídico genérico que exclui estritamente atividades como o uso da força e fomento do ódio como instrumentos organizadores (Cohen; Arato, 1994). A sociedade civil é tanto um produto como um processo de indivíduos e grupos que criam organizações e movimentos que podem transcender as categorias institucionais anteriores. É o sustentáculo de uma ordem institucional que facilita o aprimoramento das condições que promovem a inovação.

À medida que aumenta o número de fontes e níveis de iniciativa entre os protagonistas da Hélice Tríplice é criado um sistema de metainovação. A premissa para o crescimento dessa dinâmica é uma sociedade civil ativa em que as iniciativas são incentivadas por vários agentes sociais. A possibilidade de indivíduos e grupos se organizarem livremente, debaterem e tomarem iniciativas é o pano de fundo essencial da Hélice Tríplice nos Estados Unidos, e inclui tanto iniciativas de baixo para cima como de cima para baixo.

Parte-se da hipótese de que sociedades com uma sociedade civil forte têm

maior potencial de ligar as esferas da Hélice Tríplice e, portanto, maior propensão à inovação organizacional. Em *O primeiro círculo*, Solzhenitsyn descreve a inovação de produtos no gulag de Stalin, onde cientistas encarcerados trabalharam ou fingiam trabalhar, em um telefone criptografado. A União Soviética entrou em colapso na transição de uma sociedade industrial para uma sociedade baseada no conhecimento. Na ausência de uma sociedade civil, não foi capaz de produzir novos formatos organizacionais – *e.g.*, as *startups*. A sociedade civil é um formato social democrático baseado em cidadãos com direitos à liberdade de expressão e à livre associação que eles podem exercer como bem entenderem. Desse modo, o vínculo entre a Sociedade Civil e a Hélice Tríplice coloca a inovação no contexto da organização social da esfera pública.

As fontes de inovação costumam ser definidas como a recombinação de elementos de diferentes fontes. É mais provável que inovações radicais decorram da recombinação de elementos de diversas fontes e que inovações graduais provenham de fontes estreitamente associadas. A sociedade civil, como substrato para a Hélice Tríplice, é um local para a criação de funções híbridas. Identificamos um movimento em duas direções e em dois níveis: cidadãos assumindo elementos de funções científicas, em cooperação e em conflito com cientistas, como subordinados e como parceiros em nível de igualdade, e cientistas envolvidos em atividades políticas como cidadãos num relacionamento tanto com as elites políticas como com os cidadãos comuns. Vários movimentos recentes exemplificam essas diferentes relações e trajetórias de cientistas/cidadãos.

A dialética entre as forças de cima para baixo e as de baixo para cima influencia a dinâmica de mudança da Hélice Tríplice, positiva e negativamente. Governo e indústria foram as duas principais esferas institucionais da sociedade industrial. Novas ideias e formas inovadoras de organização têm mais probabilidade de surgir e ser postas em prática havendo um substrato da sociedade civil que dê sustentação a uma Hélice Tríplice e encoraje a liberdade de expressão e a livre associação de indivíduos e grupos (Cohen; Arato, 1994). Tais condições criativas favorecem a formação de novos movimentos e organizações políticos, econômicos e artísticos.

Hélice Tríplice *versus* a teoria dos sistemas de inovação

A teoria dos sistemas de inovação refere-se a elementos, estruturas e funções para constituir um sistema evolutivo auto-organizado e argumenta que o fluxo de tecnologia e informação entre pessoas, empresas e instituições é fundamental para o processo inovador. A Hélice Tríplice, por outro lado, identifica três atores primários certos e forma os atores coadjuvantes, as organizações híbridas, por meio de interações universidade-indústria-governo, dependendo das necessidades de cada região.

De acordo com a teoria dos sistemas de inovação, o (eco) sistema de inovação e o desenvolvimento de tecnologia são resultados de um conjunto complexo de relacionamentos entre os protagonistas do sistema, que incluem em-

presas, universidades e institutos de pesquisa governamentais (Edquist, 1997). Embora a teoria atual de sistemas de inovação utilize alguns termos idênticos aos da Hélice Tríplice – por exemplo, atores, relações e interações – o seu conceito fundamental vem da “sistemologia ou teoria geral dos sistemas”, que inclui ciências formais como sistemas complexos, cibernética, teoria dinâmica de sistemas, ciência dissipativa, sinérgica, teoria de catástrofes e aplicações no campo das ciências naturais e sociais e da engenharia, como pesquisa operacional, teoria de sistemas sociais, biologia de sistemas, fatores humanos, ecologia de sistemas, engenharia de sistemas e psicologia de sistemas.

Espera-se que um sistema de inovação evolua por auto-organização, o que geralmente depende de três ingredientes básicos: (1) forte não linearidade dinâmica, que frequente mas não necessariamente envolve retroalimentação positiva e negativa; (2) equilíbrio entre explorar/descobrir e exploração/tirar proveito; (3) interações múltiplas (Bonabeau; Dorigo; Theraulaz, 1999). Além disso, a auto-organização é formada e mantida sob as quatro seguintes condições: sistema aberto, longe do equilíbrio, flutuação e interações não lineares. Argumentamos que, na natureza e na sociedade humana, muitos fenômenos são auto-organizados, mas não a inovação, que é “o resultado de um esforço intelectual por uma ‘entidade inovadora’”, ou seja, um esforço colaborativo humano impulsionado pela intencionalidade e pela imaginação (Ponchek, 2016). As diferenças essenciais entre a Hélice Tríplice e a teoria dos sistemas de inovação são mostradas na tabela a seguir.

A teoria dos sistemas de inovação reúne os elementos-chave para formar “o fluxo de tecnologia e informação entre pessoas, empresas e instituições”. Os elementos-chave estão no mesmo nível e podem dificultar o reconhecimento da estratégia de desenvolvimento. Por exemplo, quando a capacidade de alguns insumos não for suficientemente intensa para alcançar a “massa crítica” ou quando o sistema não puder cumprir as quatro condições de uma evolução auto-organizada, a inovação pode não ocorrer. A Hélice Tríplice, entretanto, diz respeito ao que acontece nos espaços internos e “sobrepostos” das fronteiras das esferas institucionais.

Conclusão

Em um artigo no início de 1953, o prêmio Nobel Linus Pauling propôs uma Hélice Tríplice como modelo do ácido desoxirribonucleico (DNA). No entanto, o modelo de “dupla hélice” defendido por Francis Crick e James Watson (depois que este teve a sorte de observar sorrateiramente a icônica fotografia 51, feita por Rosalind Franklin, da estrutura cristalográfica do ácido) foi suficiente para explicar o DNA. A sociedade, porém, é mais complexa que a biologia. As interações e relacionamentos universidade-indústria-governo fornecem uma metodologia quase ideal para o empreendedorismo e a inovação, movendo a pesquisa/conhecimento para o campo da prática/uso.

Tabela 1 – Comparação entre a Hélice Tríplice e o “sistema de inovação”

(Eco) sistema de inovação	Hélice Tríplice
Origem: Reino Unido. Observações sobre inovação e empresas japonesas feitas por Christopher Freeman (1986).	Origem: Estados Unidos. Sumário de Henry Etzkowitz sobre MIT, Stanford e o crescimento econômico regional (1993)
Múltiplos elementos-chave, incluindo academia, governo, indústria, organizações intermediárias, instituições financeiras, sociedade civil.	Três atores principais certos, mais atores coadjuvantes (organizações híbridas formadas por interações universidade-indústria-governo)
A universidade (academia) é vista como um elemento igualmente importante dentre outros no sistema.	Ressalta os papéis distintos da universidade na inovação e no empreendedorismo. Considera a universidade empreendedora como um motor da economia baseada no conhecimento.
Funções dos elementos.	Funções das esferas institucionais.
A estrutura do sistema (redes) formada pelos elementos determina as funções do sistema.	As interações entre esferas institucionais relativamente independentes ressaltam a complementaridade de funções existentes.
Presta atenção à abertura/fechamento dos sistemas e às fronteiras do sistema de inovação.	Preocupa-se com o que acontece nas fronteiras das esferas institucionais, incluindo a “sobreposição” das relações entre elas.
Dinâmica para a evolução do sistema: competição e sinergia.	Dinâmica para crescimento/desenvolvimento: interações entre as esferas institucionais, começando pelo “iniciador de inovação” e organizado pelo “organizador de inovação”.
Enfatiza o processo de “autorregulação”/ “autocorreção” por meio de retroalimentação e visa à evolução “auto-organizada”.	Destaca o “organizador de inovação”; no âmbito regional, é considerado um papel muito importante, denominado “organizador regional de inovação”.
Formação da inovação: atualização/ evolução do sistema: (1) cumpre as quatro condições para a evolução auto-organizada; (2) atualização/evolução do sistema quando este atinge massa crítica e pontos de bifurcação.	Formação da inovação: realização da Hélice Tríplice: (1) desenvolve interações entre esferas institucionais relativamente independentes; (2) forma “três espaços de Hélice Tríplice”: espaço de conhecimento, espaço de consenso e espaço de inovação.

Ao longo do tempo, as interações universidade-indústria-governo passam a ser aceitas como algo natural, e são obscurecidas pela ideologia do empreendedor individual heroico, um reflexo dos vieses culturais prevalentes. Assim, muitas vezes é preciso redescobrir e recuperar da obscuridade o fato de que a Hélice Tríplice é um processo dinâmico que permite entender melhor como foram criados os ecossistemas de inovação mais produtivos. Às vezes, essas várias dinâmicas se dissiparam e foram revividas, como em Boston, antes de se institucionalizarem.

A Hélice Tríplice identifica as pessoas e as relações, o arranjo institucional e os mecanismos dinâmicos que são fundamentais para a inovação e o empreendedorismo. A Hélice Tríplice afirma que a estrutura teórica da inovação originou-se na indústria, é fortalecida pela inclusão do papel do governo, que a leva um passo adiante, e conecta inovação e empreendedorismo à universidade como fonte fundamental do novo. Uma esfera institucional que em gerações passadas teria sido vista apenas como uma contribuinte indireta para o crescimento econômico, a universidade hoje desempenha um papel direto na inovação e no empreendedorismo. Academia, indústria e governo interagem para criar recursos de inovação por meio de organizações híbridas existentes ou recém-criadas.

Notas

1 Refere-se a uma situação em que uma terceira parte tira proveito de um conflito entre outras duas. (NT)

2 Y Combinator = Aceleradora que provê capital-semente para novos empreendimentos. StartX = Uma entidade educacional sem fim lucrativo que acelera o desenvolvimento dos empreendedores destacados da Universidade de Stanford. (NT)

Referências

BERGER, P.; LUCKMANN, T. *The social construction of reality*. New York: Doubleday, 1967.

BONABEAU, E.; DORIGO, M.; THERAULAZ, G. *Swarm intelligence: from natural to artificial systems*, Oxford University Press, 1999. p.9-11.

BOK, D. *Universities in the marketplace: the commercialization of higher education*. Princeton: Princeton University Press, 2003.

COHEN, J.; ARATO, A. *Civil society and political theory*. Cambridge MA: The MIT Press, 1994.

EDQUIST, C. Systems of Innovation Approaches: Their Emergence and Characteristics. In: _____. (Ed.) *Systems of innovation: technologies, institutions and organizations*. London: Pinter Publishers, 1997.

ETZKOWITZ, H. Entrepreneurial Scientists and Entrepreneurial Universities in American Academic Science, *Minerva*, v.21, n.2-3, p.198-233, 1983.

_____. Solar versus nuclear energy: autonomous or dependent technology? *Social Problems*, 1984a.

_____. *MIT and the rise of entrepreneurial science*. London: Routledge, 1984b.

_____. Networks of Innovation: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era, *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 2002.

ETZKOWITZ, H.; CHAMPENOIS, C. From Boundary Line to Boundary Space: The Creation of Hybrid Organizations as a Triple Helix Micro-Foundation. *Technovation*, (no prelo, 2017).

ETZKOWITZ, H.; DZISAH, J. Triple Helix Circulation: the heart of innovation and development. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, v.7, n.2, p.101-15, 2008.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. Regional Innovation Initiator: The Entrepreneurial University in Various Triple Helix Models. Artigo temático (versão em chinês) para a VI Conferência sobre Hélice Tríplice de Singapura, 16-18 de maio de 2007. Disponível em: <<http://www.triplehelix6.com>>.

ETZKOWITZ, H.; ZHOU, C. *Triple helix: university-industry-government innovation and entrepreneurship*. London: Routledge (no prelo, 2017).

FREEMAN, C. The National System of Innovation in Historical Perspective *Cambridge Journal of Economics*, v.19, p.5-24, 1995.

KLINE, S.; ROSENBERG, N. An overview of innovation. In: LANDAU, R.; ROSENBERG, N. (Ed.) *The positive sum strategy: harnessing technology for economic growth*. Washington, DC: National Academy Press, 1986.

LECUYER, C. Making Silicon Valley: innovation and the growth of high-tech: The case of Solid State Electronics at Stanford. *Minerva*, v.43, 2005.

POLANYI, K. *The great transformation: the political and economic origins of our time*. New York: Farrar & Rinehart, 1944.

PONCHEK, T. The Emergence of the Innovative Entity: Is the Patent System Left Behind?, 16 *J. Marshall Rev. Intell. Prop. L.* 66, 2016.

SABATO, J.; MACKENZI, M. *La producción de tecnologia: autónoma o transnacional*. México: Nueva Imagen, 1982.

SAXENIAN, A. *Regional advantage: culture and competition in Silicon Valley and Route 128*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1994.

SCHUMPETER, J. A. *The theory of economic development*. Cambridge, Massachusetts: Harvard University Press, 1934 [1911].

WEBER, M. *Theory of social and economic organization*. New York: Oxford University Press, 1947.

WEBER, M. *The Protestant ethic and the spirit of capitalism*. New York: Scribners, 1958.

WOLFF, K.H. *The sociology of Georg Simmel*. New York: Free Press, 1950.

RESUMO – A Hélice Tríplice tornou-se um modelo reconhecido internacionalmente, que está no âmago da disciplina emergente de estudos de inovação, e um guia de políticas e práticas nos âmbitos local, regional, nacional e multinacional. As interações universidade-indústria-governo, que formam uma “hélice tríplice” de inovação e empreendedorismo, são a chave para o crescimento econômico e o desenvolvimento social baseados no conhecimento. O artigo apresenta a origem do modelo, seu conceito, dinâmica, fontes e rotas alternativas.

PALAVRAS-CHAVE: Hélice Tríplice, Universidade, Inovação, Empreendedorismo.

ABSTRACT – The Triple Helix has developed into an internationally recognized model that is at the heart of the emerging discipline of innovation studies, and a guide to policy and practice at the local, regional, national and multinational levels. University-industry-government interactions, forming a “triple helix” for innovation and entrepreneurship, are the key to knowledge-based economic growth and social development. The article discusses the model’s origin, concept, dynamics, sources, and alternate routes.

KEYWORDS: Triple Helix, University, Innovation, Entrepreneurship.

Henry Etzkowitz preside a Triple Helix Association e o International Triple Helix Institute. É pesquisador de reputação internacional nos estudos da inovação, tendo originado os conceitos de “Universidade Empreendedora” e “Hélice Tríplice”, que conectam a universidade com a indústria e o governo nos níveis nacional regional. É professor visitante da University of London, Birkbeck, Center for Innovation and Management Research; University of Edinburgh Business School e no Department of Technology and Society, School of Engineering and Applied Sciences, Stony Brook University, EUA. Ele também é o editor-chefe da publicação acadêmica *Triple Helix*.

@ – hetzko@googlemail.com

Chunyan Zhou é doutora em Filosofia da Ciência e Tecnologia, professora da Universidade Shenyang, na China. É diretora do International Triple Helix Institute Foi editora do *Journal of Knowledge-based Innovation in China*. @ – zhoucy0382@sina.com

Recebido em 5.7.2017 e aceito em 21.7.2017.

Tradução de Carlos Malferrari. Revisão de Guilherme Ary Plonski. O original em inglês – “Triple Helix: University-Industry-Government Innovation and Entrepreneurship” – encontra-se à disposição do leitor no IEA-USP para eventual consulta.

^I University of London, Birkbeck, Center for Innovation and Management Research, Londres, Inglaterra.

^{II} Universidade Shenyang, Província de Liaoning, China.