

II SEMINÁRIO INTERNACIONAL - REDE ALFA PLaNGIES

25-29 de Outubro de 2004

Universidade da Beira Interior

Covilhã/Portugal

Ciência, Inovação e Desenvolvimento Sustentável: Desafios e implicações estratégicas para a universidade¹

Alcino Pinto Couto¹
António Fernandes de Matos²
Pedro Guedes de Carvalho³
Maria do Céu Alves⁴

Resumo: Pretende-se com este trabalho proceder a uma análise exploratória do papel da universidade no compromisso da ciência com o desenvolvimento sustentável. A universidade como organização singular dos sistemas de inovação de base científica e tecnológica vê-se incontornavelmente confrontada com a reconfiguração das necessidades sociais e do contrato social entre ciência, universidade e sociedade. Estas tendências exercerão influência sobre a trajectória futura das organizações universitárias, requerendo à universidade o exercício de uma visão estratégica com incidência nos domínios da investigação e seu financiamento, do ensino, dos recursos humanos, da qualidade, da cooperação científica e do seu relacionamento com a sua envolvente, em particular a região em que se insere. Da acção estratégica das universidades dependerá, também, se o mundo da ciência se compromete com um futuro sustentável. A não ser assim, a inércia pode levar ao reforço das hierarquias existentes e conseqüente perda de protagonismo das instituições da ciência face aos novos desafios sociais

Este documento foi realizado com a assistência financeira da Comunidade Europeia. Os pontos de vista nele expressos reflectem a opinião dos autores, não representando em caso algum o ponto de vista oficial da Comunidade Europeia

Covilhã, Outubro de 2004

(1) acouto@ubi.pt; (2) fmatos@ubi.pt; (3) pguedes@ubi.pt; (4) mceu_alves@yahoo.com

¹ In A. P. Couto e N. Bryan (orgs), *Conhecimento e Desenvolvimento Sustentável: Dos Problemas Sociais aos Fundamentos Multidisciplinares*, UBI/UNICAMP, ISBN 972-8790-29-05, Covilhã: 157-182.

Ciência, Inovação e Desenvolvimento Sustentável: Desafios e implicações estratégicas para a universidade

The world we created today as a result of our thinking thus far has problems, which cannot be solved by thinking the way we thought when we created them

A. Einstein

1. Introdução

A relação entre universidade e o desenvolvimento sustentável antecede a emergência do próprio conceito de sustentabilidade. São reconhecidos os contributos da investigação científica e tecnológica académica para a resolução de problemas incluídos no núcleo estruturante das preocupações do desenvolvimento sustentável, tais como o bem-estar económico, a saúde, a pobreza, a segurança, a biodiversidade e a protecção ambiental (cf. e.g. K. Annan, 2003 e NRC, 1999). Contudo, esta relação conheceu desde os anos 80 um forte impulso revitalizador. A publicação pela *World Commission on Environment and Development*, em 1987, do relatório Brundtland, *Our Common Future*, a *UN Conference on Environment and Development* em 1992, no Rio de Janeiro, e a *World Summit on Sustainable Development* em 2002, em Joanesburgo revelaram-se marcos no desenho da agenda do desenvolvimento sustentável. Tais iniciativas possibilitaram alguns passos na identificação dos desafios e na aproximação de diferentes perspectivas quanto aos princípios, conteúdos e metodologias que devem enformar a sua abordagem.

No centro do debate encontra-se o reconhecimento de que: (i) o desenvolvimento humano se ancora na interacção dinâmica entre sociedade e natureza; (ii) a promoção do bem-estar individual e colectivo e a abordagem dos velhos/novos problemas que afectam seriamente a qualidade de vida da população mundial - fome, pobreza, doença, iliteracia, desertificação, segurança, mudanças climáticas, poluição, biodiversidade, delapidação de recursos - não encontram perspectivas de exequibilidade, intra e intergeracionais, fora do quadro de tal relação (cf. T. Parris e R. Kates, 2003_a e J. Lubchenco, 1998).

A comunidade científica enfrenta uma mudança do paradigma de abordagem do desenvolvimento humano. Há uma inflexão clara da abordagem mecânica, simples e linear, predominantemente radicada no crescimento económico, para uma abordagem dinâmica, complexa e interdisciplinar, centrada no Homem. Nela se procura que a equação do desenvolvimento se estruture em torno de objectivos normativos globalmente partilhados e que reflecta a ponderação dinâmica das interacções entre os sistemas social, económico e biofísico (cf. NRC, 1999 e J. Lubchenco, 1998).

Os desafios para a ciência são múltiplos e complexos ultrapassando uma mera dimensão cognitiva. Eles localizam-se nas dimensões política, social e económica quando contemplam, entre outros factores: o desenho de uma agenda de investigação orientada para a resolução de problemas; o sistema de financiamento e de incentivos à investigação; as diferenças nacionais e regionais quanto à interacção entre produtores e utilizadores de conhecimento; as instituições que regulam o sistema de inovação; o papel e a configuração da política pública e as diferenças entre países ricos e pobres quanto à natureza e magnitude do *gap* entre as ofertas e as procuras científica e tecnológica (cf. e.g. J. Sachs, 2004 e W. Clark e N. Dickson, 2003).

O confronto da comunidade científica com os desafios sociais tem-se revelado genericamente estimulante para a ciência e as suas organizações. Em primeiro lugar, suscitam a motivação intelectual dos cientistas apelando à sua responsabilidade social e a uma cooperação global. Em segundo lugar, estimulam a transformação e capacitação dos sistemas de inovação e das suas organizações, criando oportunidades de afirmação aos actores com visão e capacidade de acção estratégica. Finalmente, constituem o meio fundamental de legitimação social da ciência e das suas instituições e organizações (cf. A. Couto, 2000).

Todavia, a abordagem ao nível das organizações carece de um maior aprofundamento no quadro da criação de uma ciência para a sustentabilidade. A complexidade dos problemas sociais, a recomposição da agenda de investigação e a natureza socialmente participada e interactiva em que a mesma deve ser desenvolvida e implementada reflectem-se ao nível organizacional. A universidade como organização singular dos sistemas de inovação de base científica e tecnológica vê-se incontornavelmente confrontada com a reconfiguração das necessidades sociais e a

sua incidência na organização e funcionamento dos mecanismos através dos quais contribui para a acumulação de conhecimento socialmente útil.

O que se pretende com este trabalho, é proceder a uma análise exploratória do papel da universidade no compromisso da ciência com os problemas e os desafios sociais veiculados pelo desenvolvimento sustentável, bem como uma reflexão sobre as implicações de tal envolvimento no desempenho e gestão estratégica das funções de ensino, investigação e de serviços à sociedade.

A esta introdução segue-se um breve exame das questões conceptuais decorrentes dos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento, ao mesmo tempo que se analisam aspectos epistemológicos levantados à ciência pelo próprio conceito de desenvolvimento sustentável, seu modo de produção de conhecimentos e de compromisso com as finalidades sociais. Na segunda secção, aborda-se a emergência de um novo contrato social para ciência e universidade, salientando-se os fundamentos do contrato social para o desenvolvimento sustentável, as suas implicações na agenda de investigação, as relações entre investigação orientada e inovação, os efeitos sobre a localização do potencial científico e tecnológico e ainda algumas alterações institucionais relacionadas com o financiamento e avaliação. Na terceira secção, exploram-se as implicações de natureza estratégica para a universidade, começando pelo papel da aprendizagem na acumulação do conhecimento e na criação de uma base científica e tecnológica para a sustentabilidade, olhando a sua incidência nas funções das universidades e nas condições de viabilidade das lógicas multifuncional e interdisciplinar enquanto fundamentos da organização universitária para o desenvolvimento sustentável. Por fim, termina-se com algumas considerações finais sobre os assuntos abordados.

2. Desenvolvimento Sustentável: questões conceptuais e aspectos críticos

Na literatura sobre o desenvolvimento sustentável proliferam os conceitos sobre a sustentabilidade do desenvolvimento estimulada por diferentes perspectivas teóricas, resultando no que se poderia designar por “anarquia semântica”. Ora, os fundamentos intelectuais da sustentabilidade e do desenvolvimento têm origens diferentes.

O conceito de sustentabilidade emerge no Século XVIII na Europa associado à gestão científica da adequação do *stock* de recursos florestais às necessidades da sua procura económica (cf. W. Grunkemeyer e M. Moss, 2004); mais tarde o conceito estende-se à gestão do mundo biofísico em torno do conceito de ecossistema (cf. NRC, 1999).

Por sua vez, no âmbito da teoria económica e no quadro do Pós-II Guerra Mundial, o conceito de desenvolvimento, centra-se nas preocupações com a cooperação económica, financeira e tecnológica entre países ricos e os países em desenvolvimento, cooperação essa vista como um instrumento de promoção da equidade de oportunidades económicas e sociais (cf. W. Grunkemeyer e M. Moss, 2004).

Pode assim inferir-se, que a sustentabilidade se relaciona com a capacidade de desempenho positivo continuado de um sistema sujeito a choques, pressões e transformações e que indica a sua capacidade de adaptação, vulnerabilidade e de resiliência. No que respeita ao desenvolvimento, o princípio fundamental será a promoção do bem-estar económico e social com preocupações de equidade.

O desafio que a integração dos dois conceitos coloca à ciência e ao desenvolvimento humano, surge de modo mais intenso no debate científico e público em 1972, no relatório do Clube de Roma *The Limits to Growth*. Nele, os argumentos avançados não se referem já à necessidade da consideração ecológica, mas sim à sua inevitabilidade. O relatório *Brundtland* sistematiza e organiza este conjunto de preocupações em torno do conceito de desenvolvimento sustentável e de uma agenda de mudança global. Nele se considera que “*sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs*” (WCED, 1987: 43).

Não existindo na formalização do conceito uma referência explícita à problemática ambiental, o relatório e a agenda proposta argumentam que a sustentabilidade do sistema ecológico é o requisito fundamental para assegurar a equidade económica e social intergeracional.

Os desenvolvimentos conceptuais que se lhe seguiram oscilam, tendencialmente, entre correntes que enfatizam uma destas três dimensões do desenvolvimento sustentável (cf. W. Grunkemeyer e M. Moss, 2004 e J. Jesinghaus, 1999).

Do ponto de vista da abordagem aqui descrita, o que interessa realçar é que a sustentabilidade do sistema ecológico, sendo necessária, não é contudo suficiente para um desenvolvimento humano sustentável. Pensa-se que a sustentabilidade do sistema económico e a sustentabilidade do sistema social são requisitos necessários para assegurar a equidade intergeracional e intrageracional suscitada pela natureza multidimensional do desenvolvimento sustentável.

A consideração dos três níveis de sustentabilidade, económico, social e ecológico, leva a pensar-se num sistema socioecológico complexo olhando a sua sustentabilidade como um todo e não apenas a sustentabilidade das suas componentes (cf. e.g. G. Gallopin, 2001). Para o efeito, examinar-se-á o conceito de desenvolvimento sustentável num estágio mais próximo da decisão e da acção, recorrendo à análise de trabalhos de investigação nos domínios da modelização da avaliação, monitorização e medida do desenvolvimento sustentável (cf. e.g. WEF, 2002 e J. Jesinghaus, 1999).

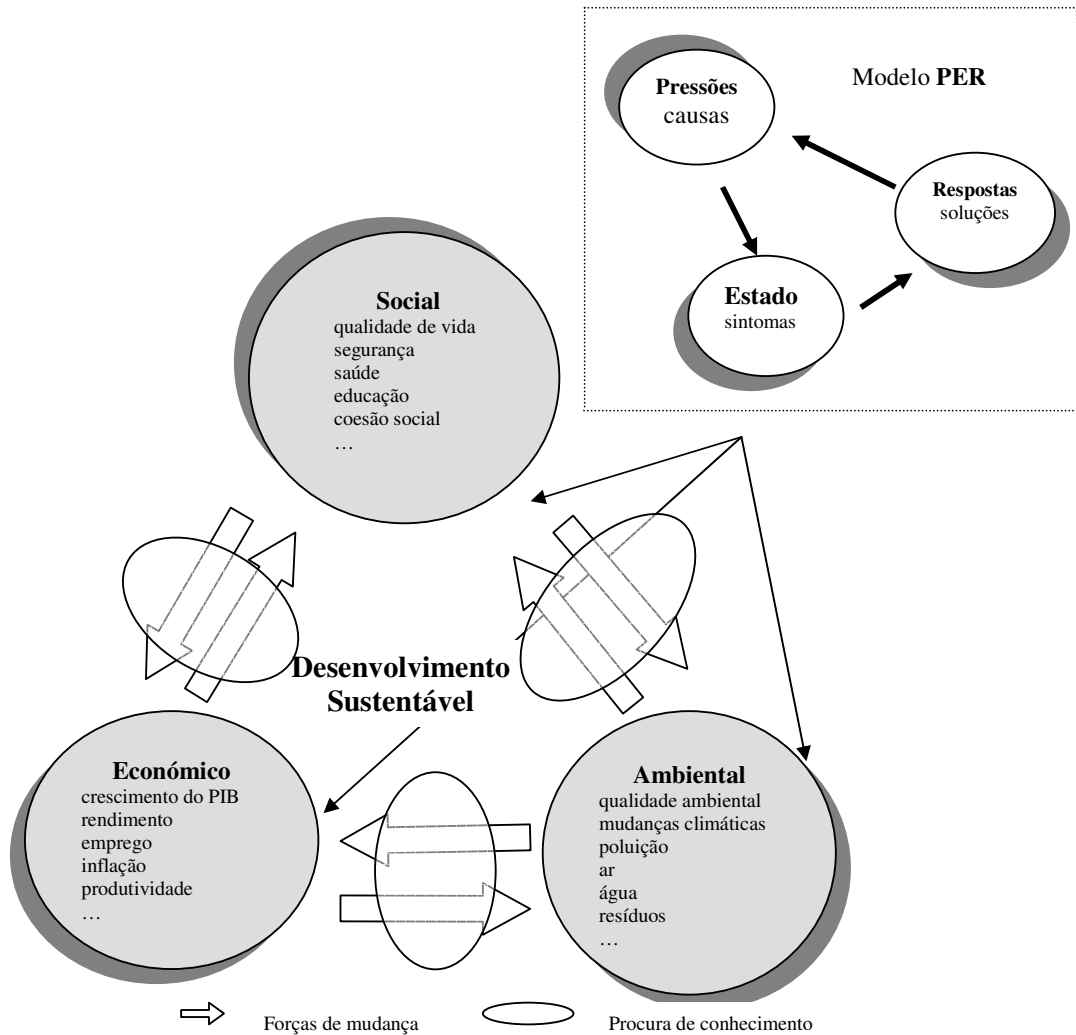
Na figura 1 visa representar-se a complexidade das interacções dinâmicas entre os sistemas económico, social e ambiental. O modelo nela representado, toma como pressuposto que cada sistema está sujeito e é gerador de causas que poderão reduzir ou aumentar a sua sustentabilidade e a dos outros. Genericamente, consiste numa aplicação do modelo Pressões, Estado e Repostas (PER), habitualmente circunscrito à análise da sustentabilidade ambiental, ao exame das fontes de não sustentabilidade dos três sistemas.

Não cabe no âmbito deste trabalho identificar e descrever os fluxos e as implicações sistémicas associadas às causas e efeitos das forças de mudança, mas tão só chamar a atenção para a complexidade conceptual e os desafios que se colocam do ponto de vista epistemológico e de necessidades de investigação.

O objectivo comumente atribuído à ciência é o da compreensão e explicação das leis naturais e das leis que regulam a vida social. O exame da organização e da prática

científica revela que tais objectivos têm vindo a ser prosseguidos com muito menor relevância para o estudo das leis que regulam a interacção entre a sociedade e a natureza, ou seja, entre os sistemas político, social, económico, biológico, físico, químico e geológico.

Fig. 1 – Um modelo de análise da sustentabilidade de sistemas socioecológicos complexos



Fonte: adaptação dos autores

O que o desenvolvimento sustentável impõe é uma mudança epistemológica. O conceito reclama por uma abordagem sistémica e um novo modo de definir problemas, identificar soluções e implementar acções qualquer que seja a perspectiva empreendida e o nível de análise considerado. G. Galloppin (2001) concebe tal

trajectória como mudança do *paradigma analítico* para um *paradigma integrador*. Mudança essa que afecta pressupostos básicos sobre a causalidade, critérios de verdade e de avaliação e princípios epistemológicos de organização disciplinar. Todavia, não se trata de um processo laboratorial de formatação interdisciplinar da prática científica. Tal processo é eminentemente social, requerendo a integração das representações e das práticas sociais localizadas nas diferentes esferas de actividade. O exercício da ciência é, assim, enquadrado num processo social de aprendizagem, animado por uma multiplicidade de actores vinculados a necessidades, objectivos e a contextos espacial e culturalmente diferenciados.

Segundo alguns autores (cf. e.g. W. Clark e N. Dickson, 2003 e J. Lubchenco, 1999), a dinâmica de aprendizagem social assume uma dimensão estratégica para a ciência e suas organizações, pois constitui o mecanismo que assegura a produção de conhecimento científico e tecnológico socialmente útil. A premissa de que o desenvolvimento sustentável carece de inovação com uma base científica e tecnológica implica a conexão da produção de ideias e de competências à identificação, avaliação e solução de problemas societais

3. Conhecimento e Desenvolvimento Sustentável: um novo contrato para a ciência e a universidade

3.1 Fundamentos para um contrato social: papel da política pública

É reconhecido pela teoria da Economia Pública, que uma parte importante das necessidades societais não são susceptíveis de serem satisfeitas pelo mercado.

Os argumentos convencionais que justificam a intervenção pública na provisão social do conhecimento residem nas falhas de mercado identificadas por Nelson (1959) e Arrow (1962). A natureza de bem público, atribuída ao conhecimento pelos atributos de não-rivalidade e não-exclusão, associados aos efeitos de externalidades, de incerteza e de indivisibilidade na sua produção, não garante as condições para que o mercado assegure um nível desejado de conhecimentos. Outros autores (cf. F. Malerba, 1997; K. Smith, 1997 e B.-Å. Lundvall e S. Borrás, 1997), acrescentam à

argumentação convencional o papel das falhas sistémicas como fundamentos para a intervenção pública. A atenção centra-se nas falhas quanto à provisão de infraestruturas de conhecimento, de aprendizagem, de complementaridade dinâmicas e institucionais.

Embora caiba ao esforço público um importante papel na provisão de conhecimento, os critérios de decisão política, quanto à afectação de recursos para a produção de conhecimento científico e tecnológico nem sempre obedecem a critérios estritos de racionalidade económica. O poder da ciência tem justificado a sua inserção no domínio das necessidades estratégicas (cf. V. Bush, 1945). A definição de necessidades estratégicas tem uma determinação histórica e contextual, exercendo uma força determinante na capacitação científica e tecnológica pela formatação da procura pública de investigação. Como ilustra K. Pavitt (2000), com um “argumento provocador”, o potencial científico e tecnológico norte-americano construiu-se sobre os alicerces do medo do comunismo e do cancro².

Noutros países, como a França e os países nórdicos, o interesse estratégico foi e é orientado pelo imperativo da competitividade económica. Desenvolveu-se uma política de *pick-winners* ou tecnonacionalismo, consubstanciada numa abordagem *top-down* em que o Estado assume a responsabilidade do macroplaneamento das actividades do Sistema Científico e Tecnológico (SC&T) e do apoio directo a empresas e a universidades com vista à formação de uma base científica e tecnológica em sectores estratégicos (cf. C. Edquist e L. Hommen, 1997). Em todo o caso, o elemento importante a realçar na relação entre necessidades estratégicas e criação de potencial científico, é o facto de, por este meio, o Estado poder assumir-se como elemento criador de mercados assegurando uma procura de activos tecnológicos num contexto em que mercado se mostre incapaz de o fazer. A análise histórica demonstra que a criação de uma significativa capacidade de investigação dificilmente dispensa a intervenção pública no apoio à acumulação de conhecimento.

² Os orçamentos generosos para a investigação nos domínios da defesa e da saúde e os argumentos políticos que os sustentaram, fizeram com os importantes recursos orientados para estas duas áreas beneficiassem do predomínio da legitimação política a uma estrita análise económico-financeira (cf. A. Couto, 2000).

3.2 Um novo contrato social: aspectos críticos

A referência à necessidade de recomposição do conteúdo de interesse estratégico vem sendo reclamada desde o final da década de 80 (cf. C. Freeman, 1991). Os interesses estratégicos, assentes na *national and economic security*, revelam-se, no contexto actual, problemáticos e socialmente questionáveis como fonte de legitimação do orçamento público em I&D.

No quadro da globalização, não só os conceitos de segurança nacional e económica necessitam de ser reexaminados, como também se diversificaram e tornaram mais complexas as fontes de ameaça à segurança, situando-se para além das esferas político-militar e económica. Elas também se localizam no domínio ambiental, bem patente nos efeitos de desastres ecológicos, como o de Chernobyl, e nos conflitos bélicos, em torno do acesso e uso de recursos naturais.

O imperativo de repensar o contrato social entre ciência, universidade e sociedade tem vindo a ser sublinhado por um número crescente de investigadores e instituições internacionais (cf. e.g. P. Caracosta e U. Muldur, 1998 e J. Lubchenco, 1998). Defende-se um contrato que suporte uma agenda de investigação orientada para os problemas sociais que o Século XXI enfrenta. Velhos problemas sociais agravaram-se e outros emergiram: os problemas da fome, doença e urbanos (e.g. habitação, transporte, poluição, pobreza, crime, infraestruturas, energia). A estes juntaram-se outros como o ordenamento do território, desertificação do meio rural, gestão dos recursos hídricos, coesão social e territorial e migrações, envelhecimento e crescimento da população. Contudo, o estabelecimento do contrato social e a definição da agenda investigação, implicam um ajustamento entre o que a ciência e as suas organizações têm para oferecer e aquilo que a sociedade necessita e está disposta a pagar. Esta questão crucial carece ainda de longo percurso de concertação e cooperação internacional.

No seu apelo à mobilização da comunidade científica em torno dos problemas que afectam a comunidade internacional, Kofi Annan (2003) identifica a concentração da capacidade de financiar a investigação e do capital científico e tecnológico acumulado como alguns dos obstáculos ao desenvolvimento sustentável, apelando ao *ethos of*

science e à cooperação científica como forma de superação. Por sua vez, J. Sachs (2004) salienta que as despesas em tecnologias orientadas para o desenvolvimento sustentável correspondem a uma pequena proporção do orçamento militar e que apenas uma reduzida parte dessas despesas é dirigida às necessidades de saúde, de energia e ambientais da população mundial mais pobre. Sachs sugere alterações no sistema de governância global e um diálogo contínuo entre comunidade científica e organizações da sociedade civil, de modo a incrementar o conhecimento sobre a natureza e dimensão dos riscos e as opções que se colocam à humanidade e a percepção da utilidade social do investimento na investigação.

3.3 Investigação orientada e inovação

Uma consequência de um contrato social para a ciência e universidade é a vinculação das suas agendas de investigação à resolução de problemas sociais de ordem prática (cf. A. Couto, 2000).

Uma questão tradicionalmente colocada à ciência, é a de saber se esta aproximação à resolução de problemas práticos não penaliza a sua vocação institucional de organização centrada na investigação científica e tecnológica fundamental. Trata-se de uma temática que tem merecido um aceso debate, centrado nos diferentes modelos de organização das actividades científica, tecnológica e de inovação (cf. e.g. H. Brooks, 1993)

Para Rosenberg e Nelson (1996), a questão relevante não é tanto a de saber se os avanços do conhecimento científico são accionados por estímulos orientados pela curiosidade gerada no interior do universo científico (*curiosity-driven*) ou se encontram os seus impulsos no universo de problemas práticos (*problem-driven*). É sim, o de saber se as indagações suscitadas contribuem ou não para o aprofundamento do conhecimento fundamental dos fenómenos.

O debate, do ponto de vista da política pública, leva Branscomb (1998) a propor a integração das políticas científica e tecnológica no quadro da política de investigação. No entender deste autor, o cerne da questão situa-se no contributo para o avanço do conhecimento. Este é determinado pelo investimento intelectual na formulação e

refinamento de teorias e de conceitos num horizonte temporal dilatado, independentemente da origem dos estímulos. Deste modo, os conceitos de investigação tecnológica e investigação científica básica constituem componentes da política de investigação; incorporando, assim, as culturas de investigação científica e de investigação tecnológica no âmbito da cultura de investigação.

Já autores como Lundvall (1992) e Lundvall e S. Borrás (1997), situam o debate no quadro da conceptualização dos sistemas de inovação, argumentando a necessidade de uma divisão de trabalho entre organizações que desenvolvem actividades rotineiras (*learning-by-producing*) – as empresas, e as que se envolvem em actividades não rotineiras (*learning-by-searching e learning-by-exploring*) – as organizações de investigação. Esta especialização institucional é um requisito fundamental para vitalidade dos sistemas de inovação na medida em que asseguram a criação de diversidade e a radicalidade de novas oportunidades tecnológicas como forças de transformação.

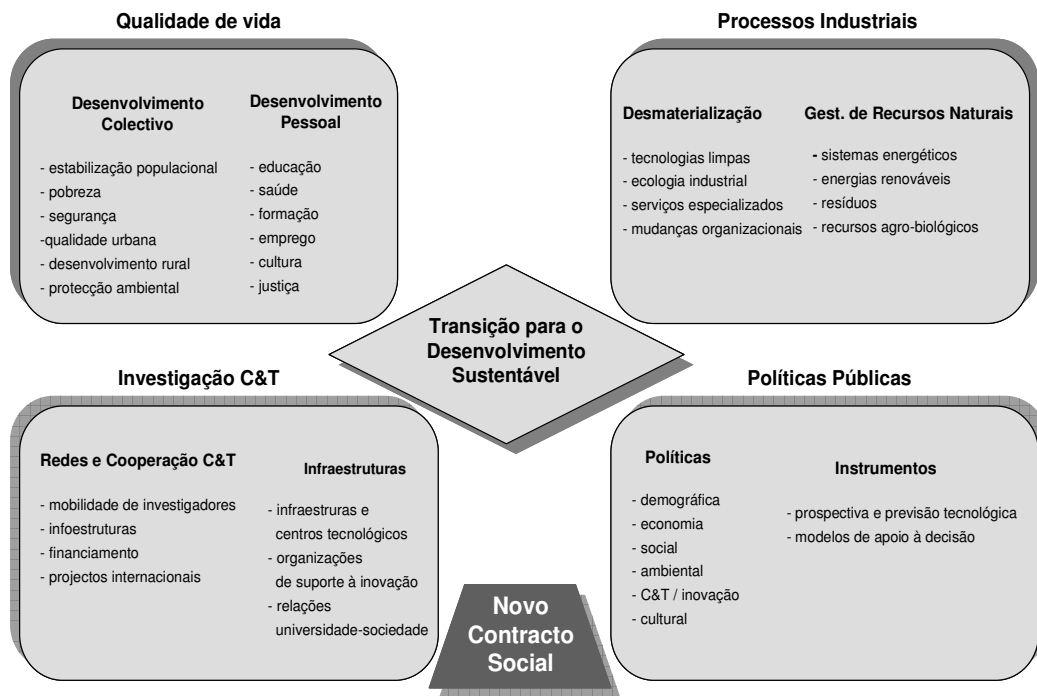
Desse modo, o *gap* tecnológico não é considerado necessariamente disfuncional. A disfuncionalidade virá associada ao fraco poder de distribuição do conhecimento e da sua valorização social revelado pelos sistemas de inovação. Aceites estes pressupostos, a resolução dos problemas sociais depende da base tecnológica das organizações e das interacções, ou mecanismos de transferência tecnológica, entre as organizações que actuam nos mercados públicos e privados e as organizações de investigação.

A história da relação entre ciência e necessidades sociais revela que o problema crítico para a investigação científica e tecnológica não é o seu compromisso com finalidades sociais, mas sim a existência de autonomia na definição dos métodos de abordagem e dos objectivos e de um horizonte temporal dilatado (*bottom-up process*). Os avanços na biotecnologia, biomedicina e a criação de domínios de matriz interdisciplinares como a bioinformática, a bioquímica, a óptico-electrónica e a nanotecnologia, reflectem a vitalidade impulsionadora dos problemas sociais, nomeadamente nas áreas social, da saúde e ambiental (cf. A. Couto, 2000).

Os desafios e problemas que o desenvolvimento sustentável se propõe abordar são de natureza prática. Mas, a sua relevância societal, os desafios epistemológicos que suscita e a necessidade de criação de conhecimento nos domínios de interacção dos sistemas social e biofísico, fazem com que a investigação fundamental se apresente mais importante e necessária do que no passado (cf. Annan, 2003; William e Dickson, 2003 e Lubchenco, 1998).

Ancorada em diferentes perspectivas quanto à trajectória da ciência na transição para o desenvolvimento sustentável, a figura 2 procura representar os elementos considerados nas quatro dimensões estruturantes do conceito: a qualidade de vida, os processos industriais, a ciência e tecnologia e as políticas públicas a seguir:

Fig. 2 – Investigação e inovação na transição para o desenvolvimento sustentável



Fonte: autores

3.4 Efeitos na localização geográfica das competências científicas e tecnológicas

O contrato social não é neutral do ponto de vista da localização sectorial e geográfica das capacidades científicas e tecnológicas e dos seus benefícios económicos e sociais

(cf. A. Couto, 2000). As preocupações com os efeitos do poder científico e tecnológico, quanto à localização geográfica, são os que mais atenção têm merecido no quadro da criação de uma base científica e tecnológica de suporte ao desenvolvimento sustentável. E são diversas as razões apontadas.

Primeiro, uma abordagem histórica revela que o modelo de contrato social estabelecido no período subsequente à II Guerra Mundial alterou profundamente a agenda de investigação e vinculou as estratégias de afirmação científica e tecnológica das organizações da ciência, nomeadamente das universidades, a objectivos nacionais. A capitalização das oportunidades criadas pelo modelo desenhado passou a estar dependente da capacidade de ajustamento das estratégias de investigação ao perfil da solicitação da procura pública. O sucesso de ajustamento relaciona-se fundamentalmente com dois factores, a saber: (i) as competências científicas e tecnológicas instaladas e (ii) a capacidade de resposta organizacional às necessidades tecnológicas públicas. Tal significa que a localização geográfica do potencial científico e tecnológico resulta, quer de factores históricos relacionados com a localização das universidades, quer do seu desempenho científico e tecnológico.

Segundo, a organização geográfica do potencial científico e tecnológico parece assentar num paradoxo. A existência de uma elevada descentralização geográfica de estruturas de ensino superior contrasta com uma concentração do desempenho científico e tecnológico e, em maior grau, das capacidades de uso e valorização económica e social dos activos científicos e tecnológicos (cf. M. Zitt *et al*, 1999). A interdependência entre produção e uso aparece como um factor explicativo dos benefícios sociais da ciência e da tecnologia e a sua gestão socialmente eficaz depende de um sistema de inovação com elevado poder de distribuição do conhecimento. Assim, o retorno social do investimento em investigação não é determinado apenas pela criação de conhecimento, mas também pela sua difusão e absorção.

Finalmente, é atribuído um importante papel ao contexto local na transição para uma sociedade sustentável. A *Agenda 21 Local* constitui expressão de tal importância estratégica. Alguns autores (cf. e.g. ICSU, 2002), sublinham que a base de conhecimento de suporte ao desenvolvimento sustentável exige a integração de

diferentes tipos de conhecimento, baseado na ciência, tradições, história local e práticas empíricas e que o processo ocorre ao nível local e regional – conhecimento transdisciplinar. Todavia, pensa-se que a relevância da questão não se situa apenas ao nível da utilização do conhecimento, mas também na integração da agenda local na agenda global, no modo como os problemas locais e a experiência acumulada podem influenciar a agenda de investigação. Para ambos os casos, estes aspectos são críticos face às assimetrias geográficas.

No primeiro caso, a agenda de investigação conhece uma elevada probabilidade de ser determinada de acordo com os interesses e problemas das regiões e países que concentram o esforço de investigação. No segundo caso, as diferenças na capacidade de valorização social do conhecimento, podem conduzir a situações em que a valorização externa de activos locais se traduza numa drenagem de recursos e benefícios. As universidades têm um papel importante na regulação destes fenómenos, porque constituem em muitos casos, o actor com maiores competências de avaliação dos activos locais, mais capacitado para proceder à sua integração num processo de valorização social local e de intermediação do local com o exterior. Por estas razões, a inserção da universidade em redes de cooperação científica internacional e em *forums* de largo espectro de actores orientados para a dinamização de uma cultura de sustentabilidade, emerge como instrumento fundamental (cf. J. Sachs, 2004).

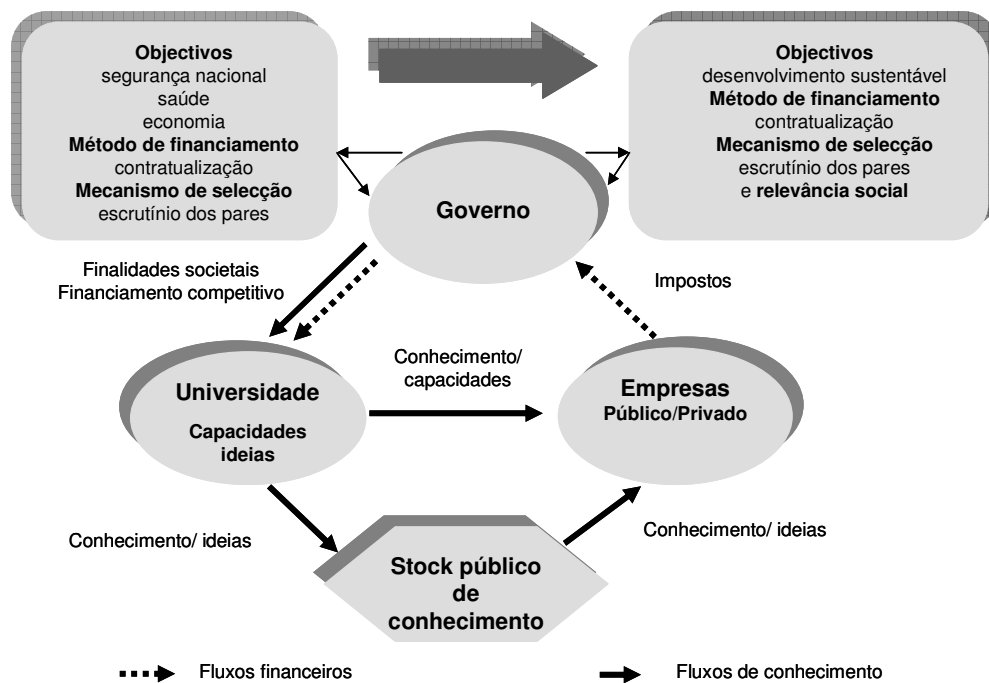
3.5 Financiamento da investigação e avaliação

O financiamento da investigação é de vital importância nas alterações do quadro institucional em que se desenvolvem as relações entre a ciência, universidade e a sociedade, esquematicamente apresentado, mais abaixo, na figura 3.

Tal importância é evidente no contrato social contido no relatório Bush – *Science, the Endless Frontier*, em 1945, quando propõe um significativo aumento do esforço de investimento em ciência e tecnologia, em troca da sua vinculação às finalidades nacionais nos domínios da segurança, saúde e competitividade económica (V. Bush, 1945).

O modelo proposto radica num compromisso de abordagens *top-down e bottom-up*. O financiamento da investigação segue o modelo da contratualização (*top-down*) segundo o princípio *mission-oriented*. À universidade e outras organizações cabe o poder de iniciativa quanto à apresentação dos projectos de investigação (*bottom-up*). Neste modelo de aproximação da ciência à prossecução das necessidades sociais, Bush garante o primado da missão da ciência, a condução da investigação básica sem intenções de uso prático, condicionando o financiamento à lógica competitiva do escrutínio dos elementos da comunidade científica (*peer review system*). Esta condição parece resolver a convicção presente no relatório de que conhecimento e uso são objectivos conflituantes.

Fig. 3 – Relação universidade-sociedade e financiamento da investigação



Fonte: A. Couto, 2000

O modelo de financiamento proposto por Bush tem-se mantido. As alterações do contrato social adoptado são visíveis no predomínio crescente do objectivo da competitividade económica. Aliás, é esta finalidade que predomina nos países europeus, nomeadamente na União Europeia. Os diferentes Quadros Comunitários têm mantido a lógica de financiamento competitivo e de avaliação pelos pares.

Contudo, observa-se um elemento de mudança importante no processo de avaliação com implicações potenciais no financiamento, que está relacionado com as alterações estruturais na produção de conhecimentos identificadas por Gibbons *et al.* (1994) e que se entende ter a maior pertinência analítica no contexto do desenvolvimento sustentável. Segundo os autores constata-se que a representação linear do modo de produção de conhecimento proposto por Bush – *Modo 1*, se confronta com a emergência de um novo modo de produção de conhecimento – *Modo 2*. Este modelo caracteriza-se pela presença de um conjunto de atributos, tais como produção de conhecimento no contexto de aplicação, transdisciplinaridade, heterogeneidade de actores envolvidos, diversidade organizacional, transparência e reflexividade (ética, social e ambiental).

O *Modo 2* não só concebe uma representação da produção de conhecimento substancialmente mais complexa, compreendendo um leque bastante amplo e diversificado de procuras intelectuais e sociais de conhecimento, como dissipa ainda a tensão inerente entre os objectivos cognitivo e prático. A investigação deve ser conduzida com finalidades de compreensão e de uso. Neste contexto, a avaliação da qualidade da investigação deixa de se centrar apenas no rigor do método científico e compreende também a sua relevância social. O escrutínio para além de ponderar o juízo dos pares tende a incluir também a avaliação do valor social atribuído em função das diferentes procuras sociais (cf. Caracostas e Muldur, 1998).

4. Desenvolvimento Sustentável, Aprendizagem e Acumulação de Conhecimento: implicações estratégicas para a universidade

Como se viu, uma das ideias motoras das abordagens do desenvolvimento sustentável é o apelo à produção e uso intensivo do conhecimento no contexto de aplicação, relacionando tal objectivo com a necessidade de um novo contrato social para a ciência e a universidade. Este apelo coloca inevitavelmente desafios à universidade enquanto expressão singular de uma organização que centra as suas actividades na produção e utilização de conhecimento. E algumas questões se tornam pertinentes como sejam as de saber: (i) que consequências decorrem de tal apelo para a universidade? (ii) Que papel e centralidade esperam a universidade no quadro do

desenvolvimento sustentável? (iii) Quais implicações estratégicas relevantes do ponto de vista organizacional?

A abordagem destas questões requer, em primeiro lugar, compreender o processo de acumulação de conhecimento e das forças que a determinam e, em segundo lugar, identificar as configurações da sua incidência no âmbito das funções e actividades da universidade.

4.1 Aprendizagem e acumulação de conhecimento

Nelson e Romer (1996) conceptualizam o desenvolvimento humano como produto da interacção entre o universo físico e o Homem. Para caracterizar o universo físico, estes autores recorrem ao conceito de objectos (*hardware*), compreendendo o mundo biofísico e os bens tangíveis produzidos pelo homem, entendido, genericamente, como tudo o que não é humano. O atributo distintivo do Homem assenta na capacidade cognitiva: na capacidade de criar e acumular conhecimento e de a utilizar como elemento de transformação das realidades social e física e das interacções entre estas. A conceptualização de conhecimento é operacionalizada com recurso à formulação de dois conceitos: (i) ideias (*software*) e (ii) capacidades (*wetware*)³. As ideias consistem em conhecimento codificado; em informação compactada, por exemplo, em livros e CDs, de acordo com códigos e estruturas de linguagem que lhe conferem um formato padronizado e uma existência não incorporada nos indivíduos. As capacidades compreendem o conhecimento tácito, entendido como capacidades assimiladas e desenvolvidas pelos actores sujeitos a desempenhos cognitivos diferenciados⁴.

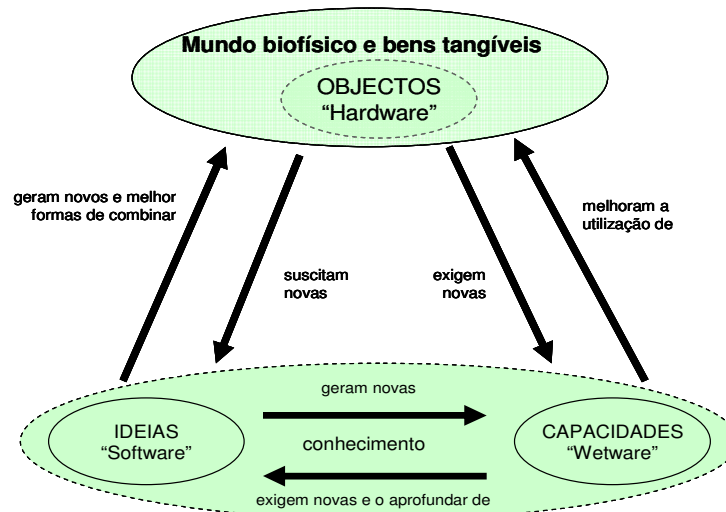
Na figura 3, representada mais à frente, o conhecimento é tido como o recurso fundamental do desenvolvimento, da mudança e o incremento da qualidade de vida apenas ocorre com o seu processo de acumulação social; isto é com a criação, difusão e uso. A aprendizagem é o elemento crítico e motor do processo de acumulação, pois

³ A tradução dos conceitos elaborados por R. Nelson e P. Romer, *hardware*, *software* e *wetware*, corresponde à utilizada por P. Conceição (1998).

⁴ Um tipo importante de conhecimento tácito é o capital humano, na sua acepção de capacidades individuais. Mas o conhecimento tácito também se operacionaliza ao nível de outros actores como organizações, regiões e países (cf. e.g. A. Couto, 2000).

só ela assegura a combinação conjunta das ideias e das capacidades imprescindível ao uso socialmente eficaz do conhecimento.

Fig. 4 – Interações entre Conhecimento (Ideias e Capacidades) e Objectos



Fonte: adaptado de P. Conceição *et al* (1998)

O quadro de análise, proposto por Nelson e Romer (1996) para a compreensão do processo acumulação de conhecimento, revela-se profícuo do ponto de vista da conceptualização do papel da aprendizagem, do conhecimento e da universidade na transição para um futuro sustentável. Em primeiro lugar, porque considera o universo biofísico como elemento integrante do processo de acumulação de conhecimento e, como tal, como factor de mudança e de prosperidade. Em segundo lugar, porque a operacionalização do conhecimento em duas categorias interdependentes, não substituíveis no processo de acumulação, mas sujeitas a formas de produção, difusão e uso, introduz profundas implicações de teoria económica, de natureza social e de política pública. Finalmente porque, constituindo-se a universidade numa organização centrada na aprendizagem e na produção e uso das diferentes categorias de conhecimento, a consideração dos pressupostos enunciados não deixa de ter implicações quanto às trajetórias de envolvimento da universidade com o desenvolvimento sustentável.

4.2 Transformação da relação universidade-sociedade

É difícil perspectivar a representação da missão e do exercício das funções da universidade na sua relação com a sociedade fora de um contexto de triangulação de relações universidade-empresas-governo. A missão convencional atribuída à universidade consiste na sua contribuição para a expansão do *stock* público de conhecimentos: ideias e capacidades⁵ em contrapartida do financiamento público.

A construção abstracta da figura 3, atrás representada, é confrontada com movimentos concretos mais complexos de desenvolvimento de interacções intra e inter universidade e sociedade. Alguns autores procedem à leitura histórica da evolução da universidade enfatizando o seu reposicionamento nas dinâmicas de inovação, quer de natureza territorial quer sectorial. De acordo com Etzkowitz *et al* (2000), o movimento de mudança traduz-se numa sequência de revoluções. A primeira marca a passagem da universidade centrada no ensino (*teaching university*) para a da universidade centrada na investigação (*research university*). A segunda revolução, em curso, caracteriza-se pelo surgimento da universidade empreendedora (*entrepreneurial university*), cuja missão também acolhe, explicitamente, objectivos económicos e sociais.

As mutações descritas favoreceram o acolhimento pelas universidades de inovações no domínio da transmissão do conhecimento - capacidades e ideias. Aos meios convencionais de transmissão de conhecimento, como o capital humano, as publicações, as conferências e o intercâmbio de recursos humanos entre universidades e empresas, associam-se a comercialização de activos intelectuais, a promoção da empresarialidade académica e os contratos de investigação. Tal trajectória expressa uma crescente “hibridação” da universidade com a sociedade.

Contudo, a teoria das revoluções responde fundamentalmente a uma necessidade de conceptualização da evolução da universidade. Nem todas as universidades acolheram como princípio fundador a mera prossecução do avanço do conhecimento e a função

⁵ A prossecução desta finalidade deve fazer-se em respeito por princípios centrais das *norms of open science communities*, como a independência intelectual e a cultura de cooperação; elementos nos quais repousa a sua integridade institucional (cf. e.g. R. Rosenzweig, 1999 e P. Conceição *et al*, 1998).

investigação ocorre sequencialmente ao ensino no seu ciclo de vida. Com efeito, desde o Século XIX, a preocupação de apetrechar a base económica local e regional com uma infraestrutura científica e tecnológica esteve na origem da criação de muitas universidades. A procura de bases científicas para as crescentes inovações suscitadas pelo desenvolvimento da indústria favoreceu a criação de universidades vocacionadas para o exercício de actividades de investigação no contexto de aplicação⁶.

Observam-se, de facto, experiências diferenciadas na abordagem das funções prosseguidas pelas universidades e no modo como reflectem a incidência dos respectivos princípios fundadores. Constatam-se que, a generalidade das instituições universitárias acolhe as três funções: ensino, investigação e serviços à comunidade; contudo, a centralidade que estas desfrutam na missão da universidade e o modo como se articulam, conhecem desenhos multivariados que configuram dinâmicas de aprendizagem e de acumulação de conhecimento diferenciados.

4.3 Reexame das funções da universidade centrado na aprendizagem

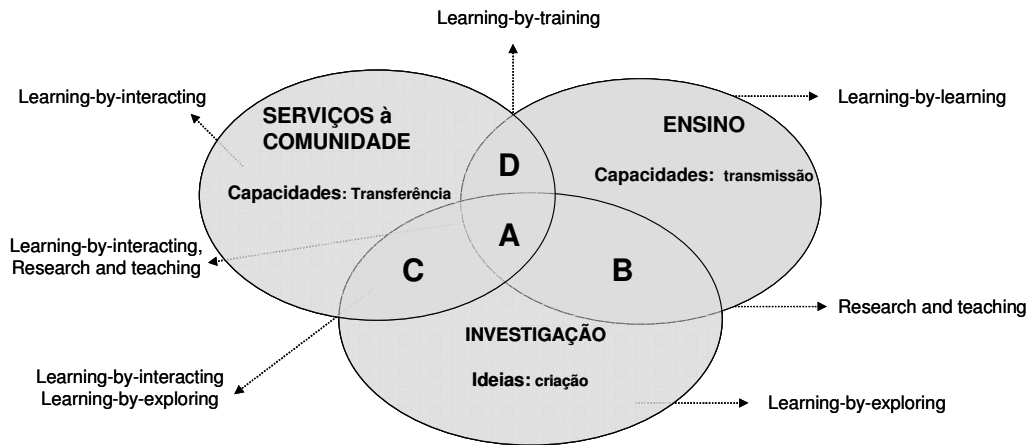
A abordagem centrada na aprendizagem revela-se frutífera para captar a dinâmica de acumulação de conhecimento da universidade. A acumulação passa a depender não apenas das experiências de aprendizagem associadas a cada função específica, mas também, e de forma relevante, do modo como se articulam e integram as três funções. A figura 5 pretende representar a estrutura funcional e os mecanismos de aprendizagem formais associados com base nas teorias de aprendizagem proposta por Lundvall e Johnson (1994) e sugere mais investigação sobre as áreas de intersecção entre as diferentes funções.

Todas as actividades desenvolvidas pela universidade no quadro das suas funções são animadas por dinâmicas de aprendizagem, pois exigem a combinação de ideias e

⁶ Casos históricos como os *Land Grant Colleges* norte-americanos, orientados para o desenvolvimento científico e tecnológico da base económica agrícola; o MIT, criado com objectivos de promoção da requalificação científica e tecnológica do tecido industrial de Boston e a criação das *redbrick universities*, em regiões com capacidade industrial instalada, como Reino Unido - Manchester, correspondem a trajectórias induzidas pelo compromisso da ciência com imperativo económico e social: ilustrando a relatividade de uma teoria geral sobre os fundamentos e a evolução das universidades (cf. A. Couto, 2000).

capacidades. Todavia, diferenciam-se quanto aos objectivos do uso combinado de ideias e capacidades e à complexidade dos problemas e das tarefas em questão.

Fig. 5 – Estrutura funcional e tipos de aprendizagem



Fonte: autores

4.3.1 Ensino.

A contribuição do ensino para acumulação de conhecimento processa-se pela criação de capacidades. O mecanismo de aprendizagem de suporte consiste na aprendizagem formal pela educação, também designado por *learning-by-learning*. Segundo Conceição e Heitor (1999), a educação universitária resulta da interacção da transmissão de conhecimento codificado (ou ideias) pelos docentes com as aptidões individuais dos estudantes. As diferenças de desempenho na aprendizagem resultam, *ceteris paribus*, das capacidades de interpretação e uso das ideias. Mas a questão é mais complexa, principalmente quando orientada para a compreensão de problemas. A relação estabelecida entre as ideias transmitidas e as aptidões dos estudantes é sujeita à acção de intermediação de um conjunto complexo de variáveis. Variáveis essa que vão desde a ponderação de valores sociais e éticos até à componente mais técnica de definição de planos e conteúdos curriculares, práticas pedagógicas e elaboração e disponibilização de materiais.

O recentramento do ensino em torno de problemas, como requer a abordagem do desenvolvimento sustentável, introduz também desafios importantes no desenho de

metodologias, programas e na organização multidisciplinar e interdisciplinar do plano curricular. Esta é reconhecida como uma das maiores barreiras devida à resistência da cultura disciplinar existente e ao manifesto défice de capacidades na aproximação e tratamento de problemas caracterizados pela complexidade sistémica (cf. Conceição e Heitor, 1999).

No que respeita aos domínios de intersecção do ensino com as outras funções, sinalizadas na figura 5 por **B,A,D**, estes exigem atenção específica. Analisa-se a intersecção **A** mais tarde, no âmbito da prestação de serviços à comunidade. A intersecção da investigação com o ensino – **B**, *research and teaching* – corresponde ao contributo da investigação para o desenvolvimento de materiais de ensino e para o incremento das competências de ensino dos docentes. A área **D** representa a aprendizagem *learning-by-training* fundamentalmente impulsionada pela procura social de formação ao longo da vida com cursos de pequena e média duração.

No caso das universidades centradas no ensino, as relações com a comunidade podem ser orientadas também para o reajustamento dos planos e programas curriculares suscitado pela emergência de novos problemas ou reconfigurações de problemas existentes.

4.3.2 Investigação

Através da aprendizagem *learning-by-exploring*, a universidade não apenas contribui para a criação de novas ideias, de novo conhecimento codificado, como também para o incremento das capacidades dos investigadores. A transição para o desenvolvimento sustentável, exige, como se viu anteriormente, uma nova abordagem da interacção sociedade-natureza. Esta nova abordagem depende significativamente de novas ideias e de novos conceitos.

Identificam-se áreas mobilizadoras de novo conhecimento como a qualidade de vida individual e colectiva, processos industriais e tecnologias limpas e modelos de apoio à tomada de decisão. Os avanços nestes domínios implicam não só a criação de novo conhecimento, mas também de novas ideias quanto à reorganização do conhecimento existente num quadro interdisciplinar e orientado para a aplicação. Conceitos como

sustainability science (cf. Clark e Dickson, 2003) e *industrial ecology* (cf. Ehrenfeld, 2002), reflectem os esforços das correntes científicas que abraçaram os desafios do desenvolvimento sustentável, propondo modelos de organização interdisciplinar da ciência, quer nos domínios da investigação, quer do ensino, como modo de abordagem de problemas complexos. Tal como foi referido atrás, também na investigação a mudança de um paradigma disciplinar para um interdisciplinar encontra as barreiras impostas pela resistência da cultura disciplinar e pelo desenvolvimento da investigação fora do contexto de aplicação. O princípio interdisciplinar encontra o seu fundamento, ou pelo menos é substancialmente valorizado, na abordagem de problemas práticos, pois a aplicação e a natureza dos problemas a resolver determinam o desenho dos contornos interdisciplinares.

A mudança de paradigma exige inovações institucionais. Um dos domínios refere-se aos incentivos e à avaliação do desempenho dos investigadores e docentes universitários; nomeadamente o ajustamento das instituições que decorrem da complexa estrutura de recompensa, remuneração e avaliação formatada pelos princípios das *norms of science* (cf. Stephan, 1996). Um outro, prende-se com a arquitectura dos centros de investigação numa lógica interdisciplinar; facto que terá inevitavelmente influência nos tipos de aprendizagem, nos conteúdos da agenda e dos trabalhos de investigação e na participação em redes de investigação.

Questões com profundas implicações estratégicas para o sistema universitário e para as universidades são as de saber: (i) a que nível devem ser introduzidas estas inovações? (ii) Como se deve proceder à sua gestão descentralizada? Questões que merecem um tratamento mais detalhado, pela importância vital que têm para a estratégia organizacional, a gestão e renovação do capital humano afecto à investigação e o envolvimento dos investigadores com a agenda da sustentabilidade.

4.3.3 Serviços à comunidade

Num contexto do desenvolvimento sustentável, aparece acrescida a importância dos serviços à comunidade, também designados de extensão ou transferência tecnológica. Dada a necessidade de resposta a procuras sociais de ciência e tecnologia orientadas para a resolução de problemas, esta dimensão prática exige uma proximidade da

universidade aos utilizadores de conhecimento. Os serviços à comunidade podem, assim, ser entendidos como a plataforma logística de suporte às conexões com os utilizadores de conhecimento.

Os serviços à comunidade constituem também espaços de aprendizagem. Como canal privilegiado de contacto com a sociedade, permitem o desenvolvimento de processos de aprendizagem interactiva com diversos actores como, entre outros, as empresas, organismos públicos, organizações não governamentais. Este processo de aprendizagem é crucial para a universidade no seu contacto com actores que, embora portadores de necessidades de inovação de base científica e tecnológica latentes, manifestam, na generalidade dos casos, dificuldades de explicitação das suas procuras tecnológicas, devido à natureza embrionária e difusamente percebida de soluções inovadoras. Assim, as relações com os diferentes actores económicos e sociais possibilitam a acumulação de competências de leitura prospectiva dos sinais emitidos pelos diferentes segmentos da procura social de ciência e tecnologia.

Um factor que acresce a importância dos serviços de transferência tecnológica prende-se com a natureza integrativa do conhecimento para a sustentabilidade. A integração não se coloca somente no interior da universidade, pela interdisciplinaridade, mas transborda para o exterior dela ao reclamar pela importância dos saberes tradicionais e do conhecimento contextualizado na resolução de problemas com contornos localizados – a criação de saberes transdisciplinares.

4.3.4 A universidade como instituição interdisciplinar e multifuncional

A incidência das relações com a comunidade torna-se mais complexa quando se intersecta com as funções de ensino e de investigação - A. Do ponto de vista da perspectiva do desenvolvimento sustentável significa a integração dinâmica das lógicas interdisciplinar e multifuncional suportada por diferentes processos de aprendizagem. Os requisitos parecem ser severos para assegurar uma estrutura organizacional multifuncional e interdisciplinar. Conceição e Heitor (1999) sublinham que, num quadro de estagnação, ou mesmo redução do financiamento à universidade, um enfoque significativo nos serviços à comunidade ou à transferência tecnológica, corre o risco de conduzir à penalização das outras funções. Tal parece recuperar os argumentos de que a organização e o funcionamento das actividades de extensão

exige elevada capacidade de financiamento de longo prazo e um qualificado *stock* de capital humano, nomeadamente quando envolve a gestão e a comercialização do capital intelectual ou o desenvolvimento de tecnologias com trajectórias sujeitas a elevado grau de incerteza (cf. e.g. Mejia, 1998).

**Fig. 6 – Estrutura organizacional da universidade:
perspectivas multifuncional e interdisciplinar**



Fonte: autores

Em contrapartida, Etzkowitz e Leydesdorff (2000) argumentam que, no quadro actual de pulverização de organizações de base científica e tecnológica, o ensino constitui o elemento vital de formação de vantagem competitiva da universidade quando articulado com as funções de investigação e de desenvolvimento económico e social. Este postulado encontra fundamentos empíricos. Muitas universidades que partilham de situações de liderança pedagógica, científica e tecnológica à escala global, desenvolvem uma elevada interacção das funções ensino, investigação e promoção do desenvolvimento económico e social, com incidência intensa e directa na afirmação e sustentação do protagonismo económico e social das regiões onde se localizam (cf. e.g. OECD, 1999 e Rosenberg e Nelson, 1996).

Estas trajectórias têm lugar em contextos diferenciados. Tal significa que a sua descolagem e evolução não dependem necessariamente da existência de um determinado padrão de parâmetros. Tanto mais que em contextos similares se observam desempenhos diferenciados. Instituições com o mesmo grau de autonomia revelam diferente capacidade de resposta a desafios comuns. Os estudos sobre trajectórias de sucesso sublinham o facto destas dependerem significativamente da capacidade de percepção e valorização das oportunidades geradas pela política pública (cf. e.g OECD, 1999).

As posições acima assumidas reflectem o facto da transformação do sistema universitário estar animado por uma crescente diversidade institucional marcada pela sua especialização funcional. A natureza multifuncional é vista cada vez mais como um atributo do sistema universitário do que propriamente um modelo universal de organização da universidade. Se a assumpção de novos desafios pela universidade requer dinâmica institucional e organizacional para enfrentar a mudança, uma questão que se coloca é saber em que domínios devem incidir a acção estratégica da universidade perante os desafios impostos pelas transformações decorrentes e pelo seu compromisso com a sustentabilidade do desenvolvimento.

Os factos acima apontados influenciam a trajectória futura das organizações universitárias. A existência de políticas públicas e a recomposição do conceito de interesse estratégico comprometem a universidade na assumpção de comportamento estratégico com incidência em domínios como a investigação e seu financiamento, o ensino, os recursos humanos, a qualidade, a cooperação científica e o seu relacionamento com a sua envolvente, em particular a região em que se insere.

5. Considerações finais

A universidade tem recursos intelectuais, de natureza multidisciplinar e interdisciplinar, que deve saber combinar de modo a projectar o seu impacte na sociedade. Os processos de mudança caracterizam-se por estados de transição permanente o que impõe a reflexão sobre o futuro. A universidade possui atributos singulares para se afirmar como instância de reflexão e de procura de soluções que contribuam para a superação dos desafios actuais.

É de esperar uma reorientação da agenda de investigação para novos objectivos e uma reafecção de recursos centrada na resolução de velhos e novos problemas sociais, tais como: a saúde, o ambiente, processos industriais limpos, desmaterialização da economia, modelos de apoio à decisão são dimensões que vêm ganhando maior representação relativa na ponderação da política pública e no financiamento da investigação.

A questão importante que se coloca é a de saber se a Universidade está perante uma janela de oportunidades susceptível de levar à afirmação de novos protagonismos e de estratégias competitivas ou se esta vai conduzir os seus esforços de modo a que apenas se reforce a hierarquia de competências existente. E ainda saber se o actual panorama perspectiva um único mundo da ciência comprometido com um futuro sustentável ou se este desiderato contém em si factores de exclusão.

Às universidades também cabe uma resposta e a sua capacidade de acção estratégica poderá minimizar, não as eliminando, as diferenças quanto ao esforço nacional em investigação e desenvolvimento. Às políticas nacionais de investigação científica e tecnológica pede-se uma maior agressividade para defrontar os desafios internacionais de competitividade e promoção da sustentabilidade.

Referências bibliográficas

ANNAN, Kofi, 2003. "A challenge to the world's scientist", *Science*, vol. 299:1485

ARROW, W. B., 1962. "The economic implications of learning-by-doing", *Review of Economic Studies*, 28, pp 155-73.

BASS, Stephen, 2003. Research partnerships for sustainable development: a keystone of the Johannesburg plan" *Opinion*, International Institute for Environment and Development

BRANSCOMB, L., 1998. "From science policy to research policy", in L. Branscomb e J. Keller (eds), *Investing in Innovation*, Cambridge, MA, MIT Press: 112-141.

BROOKS, H., 1993. "Research universities and social contract for science", in Branscomb, L.M., *Empowering Technology*, Mit Press, Cambridge, MA.

BUSH, Vannevar, 1945. *The Endless Frontier: A Report to a President*, New York, Arno Press, [1980].

- CARACOSTAS, P. e MUL DUR, U., 1998. *Society, The Endless Frontier. A European Vision of Research and Innovation Policies for the 21st Century*, Luxembourg, European Commission Studies
- CLARK, William e DICKSON, Nancy, 2003. "Sustainability science: the emerging research program", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 100 (14): 8059-8061.
- CONCEIÇÃO, P. e HEITOR, M., 1999, "Re-examining the role of European universities in the learning economy: Prospects for organizational diversification, multidisciplinary approaches, and changes towards the sustainable development", Paper prepared for the *European Socio-Economic Research Conference*, Brussels, April 28-30.
- CONCEIÇÃO, Pedro, *et al*, 1998. "A inserção da universidade no sistema de inovação na perspectiva da economia do conhecimento", *Novas Ideias para a Universidade*, Lisboa, IST Press: 143-162.
- COUTO, A. P., 2000. *Universidade e Sistemas Regionais de Inovação. Da Periferia para o Centro da Dinâmica e Económica?*, Tese de Doutoramento, Universidade da Beira Interior, não publicada.
- EDQUIST, C. e HOMMEN, L., 1997. "Government technology procurement and innovation theory", *European Integration (ISE)*, TSER Programme, DGXII, EC.
- EHRENFELD, John, 2002. "Industrial ecology – becoming a new field?", *AIChE 2002 Annual Meeting*, November 3-8, Paper T2-21d.
- ETZKOWITZ, H. *et al*, 2000. "The future of the university and the university of future: evolution of ivory tower to entrepreneurial paradigm", *Research Policy*, 29(2): 313-330.
- FREEMAN, Chris, 1991. "Technology, progress and quality of life", *Science and Public Policy*, 18(6): 407-418.
- GALLOPIN, Gilberto, 2001. *Science and Technology, Sustainability and Sustainable Development*, Economic Commission for American Latin and the Caribbean, LC/R.2081.
- GIBBONS, M. *et al*, 1994. *The New Production of Knowledge. The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*, London, Sage Publication.
- GRUNKEMEYER, William e MOSS, Myra, 2004. *Key Concepts in Sustainable Development*, <http://www.rri.wvu.edu/WebBook/Grunkemeyer-Moss/sustainable.htm#glossary>, acesso em 21.05.2002
- HARDI, P. *et al*, 1997. "Measuring sustainable development: review of current practice", *Occasional Paper*, 17, Industry Canada.
- ICSU, 2002. *Science and Technology for Sustainable Development*, Consensus Report and Background Document Mexico City Synthesis Conference, May 20.23, Series on Science for Sustainable Development, 9.
- JESINGHAUS, Jochen, 1999. *Environmental Pressures Indices Handbook: The Indicators. Introduction to the Political and Theoretical Background*, European System of Environmental Pressure Indices Project, draft.
- LUBCHENCO, Jane, 1998. "Entering the century of the environment: a new social contract for science", *Science*, Vol.279: 491-496
- LUNDEVALL, B-Å e BORRÁS, S., 1997. *The Globalising Learning Economy: Implications for policy Innovation*, TSER Programme, DGXII, EC.
- LUNDEVALL, B-Å e JOHNSON, B., 1994. "The Learning economy", *Journal of Industries Studies*, 1(2): 23-42.

- LUNDVALL, B-Å. 1992. "Introduction", in B-Å Lundvall (ed), *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*, London, Pinter: 1-22.
- MALERBA, Franco, 1997. "Public policy and industrial dynamics: An evolutionary perspective", *Innovation Systems and European Integration (ISE)*, TSER Programme, DGXII, EC.
- MEJIA, Luis, 1998. "A brief look at a market-driven approach to university technology transfer: one model for rapidly changing global economy", *Technological Forecasting and Social Change*, 57: 233-235.
- NELSON, R. R. e ROMER, P., 1996. "Science, economic growth and public policy", in Smith, B. L. R. e Barfield; C. E. (eds), *Techology, R&D, and the Economy*, Brookings, Washington, D.C.
- NELSON, Richard, 1959. "The simple economics of basic research", *Journal of Political Economy*, 67: 297-306.
- NRC, 1999. *Our Common Journey. A Transition Toward Sustainability*, National, Research Council, Washington, D.C., National Academy Press.
- OECD, 1999. *The Response of Higher Education Institutions to Regional Needs*, Paris, OECD.
- PARRIS , T. e KATES, R., 2003. "Characterizing a sustainability transition: goals, targets, trends, and driven forces", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 100 (14): 8068-8073.
- PARRIS , T. e KATES, R., 2003. "Long-term trends and sustainability transition", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 100 (14): 8062-8067.
- PAVITT, Keith, 2000. "Academic research in Europe", *SPRU Electronic Working Papers Series 43*, University of Sussex, Brighton.
- ROSENBERG, N. e NELSON, R.R., 1996. "The roles of universities in the advance of industrial technology", in Rosenbloom; R. S. e Spencer, W. J. (eds.), *Engines of Innovation*, Harvard Business School Press, Cambridge, MA.
- SACHS, Jeffrey, 2004. "Sustainable development", *Science*, Vol. 304: 649
- SMITH, Keith, 1997."Systems approaches to innovation: some policy issues", *Innovation Systems and European Integration (ISE)*, TSER Programme, DGXII, EC.
- STEPHAN, Paula, 1996. "The Economics of science", *Journal of Economic Literature*, Vol. XXXIV, September_ 1199-1235.
- WCED, 1987. *Our Common Future*, New York, Oxford University Press.
- WEF, 2002. *2002 Environmental Sustainability Index*, <http://www.ciesin.columbia.edu/indicators/ESI>, acesso 13.06.2004.
- ZITT, M. *et al*, 1999. "Territorial concentration and evolution of science and technology activities in the European Union: a descriptive analysis", *Research Policy*, 28(5): 545-562.