



OFICINA DO CES

ces

Centro de Estudos Sociais
Laboratório Associado
Universidade de Coimbra

HUGO PINTO, TIAGO SANTOS PEREIRA

**RESILIÊNCIA DOS SISTEMAS DE INOVAÇÃO FACE À
TURBULÊNCIA ECONÓMICA**

**Novembro de 2014
Oficina n.º 418**

Hugo Pinto, Tiago Santos Pereira

Resiliência dos sistemas de inovação face à turbulência económica

**Oficina do CES n.º 418
Novembro de 2014**

OFICINA DO CES

ISSN 2182-7966

Publicação seriada do

Centro de Estudos Sociais

Praça D. Dinis

Colégio de S. Jerónimo, Coimbra

Correspondência:

Apartado 3087

3000-995 COIMBRA, Portugal

Hugo Pinto*

Tiago Santos Pereira**

Resiliência dos sistemas de inovação face à turbulência económica

Resumo: A recente turbulência económica tem sido marcada por dinâmicas recessivas, problemas diferenciados em territórios específicos e mudanças nos domínios da ciência, tecnologia e inovação. Partindo deste contexto, o artigo discute a noção de resiliência, a capacidade adaptativa que permite superar efeitos negativos de choques e criar trajetórias de crescimento em diferentes tipos de sistemas socioeconómicos. O artigo debate a resiliência enquanto fenómeno que pode ser analisado nos domínios da ciência, tecnologia e inovação através do estudo dos sistemas de inovação.

Palavras-chave: adaptação, dependência de trajetória, resiliência, sistema de inovação, turbulência económica.

1. Introdução

A história das sociedades ocidentais tem sido marcada por ciclos económicos de longo prazo que refletem largamente opções de políticas públicas e mudanças nos paradigmas tecnológicos (Freeman e Louçã, 2001). A turbulência económica recente atingiu países de todo o mundo, sendo particularmente intensa em alguns Estados-membros da União Europeia.

A crise teve impactos profundos no crescimento de países como Portugal, Irlanda, Itália, Grécia e Espanha, pondo em causa décadas de otimismo face à integração europeia. Foi essencialmente justificada pelo menor controlo da dívida e as políticas implementadas basearam-se no paradigma da austeridade com medidas de equilíbrio da despesa pública. Estas políticas estão na origem de novos incentivos e arranjos institucionais, alterando comportamentos e também desempenhos de atores públicos e privados nos sistemas de inovação.

A turbulência económica tem sido caracterizada por uma resposta centrada na estabilização financeira mas que deverá incluir necessariamente, para uma recuperação completa, uma visão de longo prazo onde a inovação tenha um papel central (OECD, 2009). A crise atual pode ser um momento de transição para um novo paradigma

* Investigador de pós-doutoramento do Núcleo de Estudos em Ciência, Economia e Sociedade do Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra e professor auxiliar convidado da Faculdade de Economia da Universidade do Algarve. Contacto: hpinto@ces.uc.pt

** Investigador do Núcleo de Estudos em Ciência, Economia e Sociedade do Centro de Estudos Sociais da Universidade de Coimbra. Contacto: tsp@ces.uc.pt

sociotécnico que supere limites atuais, mobilizando instrumentos públicos para promover, entre outros domínios, as tecnologias verdes, para uma economia sem carbono, a biotecnologia, para uma saúde humana longa e saudável, e as tecnologias de informação e comunicação, para a conectividade e a transparência da sociedade (VINNOVA, 2009). Os investimentos em Investigação e Desenvolvimento (I&D) devem focar explicitamente esta transição mas é relevante realçar que os modelos anteriores para formulação de políticas de inovação podem ser desadequados (Mowery, Nelson e Martin, 2010). A eficácia das políticas de inovação e dos investimentos em I&D resulta de características de cada sistema de inovação (VINNOVA, 2009) mas cada sistema é também altamente dependente dos recursos publicamente alocados, pelo que a existência de problemas de financiamento dos governos tem impactos diretos nas atividades inovadoras (Sanz-Menéndez e Cruz-Castro, 2003).

A literatura dos sistemas de inovação tem vindo a aumentar o interesse, ainda que de forma embrionária, sobre as questões da resiliência. O estudo da resiliência foca a capacidade de um sistema recuperar de um choque ou de uma descontinuidade. A resiliência, conceito que foi importado de outras áreas científicas, é vista no contexto dos sistemas socioeconómicos como uma capacidade adaptativa à mudança, que difere de caso para caso, com base em recursos preexistentes, como competências de cooperação e experiência nos mercados, políticas tecnológicas e de inovação e outros aspetos relacionados, que estão na base das trajetórias de desenvolvimento de longo prazo. Esta noção pode auxiliar a compreensão das possibilidades de determinados sistemas ultrapassarem choques externos, como por exemplo, os impostos durante a turbulência económica, caracterizada por ciclos recessivos, políticas de contração orçamental e austeridade, e retomarem ou adotarem novos caminhos de crescimento.

Tomando por base a literatura sobre a resiliência, o texto discute esta noção enquanto aptidão dos sistemas de inovação para evoluírem em períodos de turbulência, sem perderem a sua capacidade de gerar inovação e induzir dinamismo económico. Este texto pretende avaliar a pertinência da noção de resiliência no estudo dos sistemas de inovação e no desenho de políticas de Ciência e Tecnologia (C&T) para a transição para um novo modelo sociotécnico.

O texto organiza-se em quatro partes. A primeira parte enquadra a noção de resiliência, discutindo criticamente a sua utilização em estudos de sistemas socioeconómicos e no planeamento territorial. A segunda parte defende um conceito evolucionista de resiliência focado em aspetos estruturais e dinâmicos dos sistemas. A

terceira parte introduz a abordagem dos sistemas de inovação, dando ênfase à escala regional e às falhas sistémicas. No final do texto apresentam-se algumas conclusões.

2. A Generalização da noção de resiliência

2.1. Turbulência económica e resiliência

A turbulência económica recente aumentou o interesse e a utilização da noção de resiliência na compreensão dos sistemas socioeconómicos. Quando falamos de turbulência económica referimo-nos à não linearidade e variabilidade no espaço e no tempo de determinados processos socioeconómicos.

A noção de turbulência é também uma importação de outras áreas científicas para o domínio das Ciências Sociais. Remete para a mecânica dos fluídos, quando um determinado sistema físico constituído por um líquido viscoso não está sujeito a qualquer ação externa e se encontra em estado de repouso (equilíbrio). Face a uma ação externa os parâmetros físicos que descrevem esse fluido, como a velocidade e a temperatura, alteram-se e podem permanecer constantes com o tempo, mas o líquido já não se encontra em equilíbrio. Esta estabilidade pode prevalecer para pequenas alterações. Mas quando a ação externa é intensa acontecem alterações no sistema: o movimento do fluido pode permanecer constante mas mudar o seu padrão de simetria, o movimento do fluido pode tornar-se periódico no tempo, e ultrapassando um determinado nível de alteração, o movimento do fluido pode mesmo tornar-se irregular e caótico. Neste último caso diz-se que existe turbulência (Ruelle e Takens, 1971).

Esta discussão sobre a incerteza na economia relaciona-se também com a perspetiva filosófica da modernidade líquida de Bauman (Bauman, 2000, 2007; Bryant, 2007). A economia como um líquido pode ser medida pela mudança em parâmetros como o produto e o emprego que apresentam elevados níveis de volatilidade no mundo contemporâneo. A turbulência económica é um elemento de mudança que permite contrastar como determinados sistemas socioeconómicos resistem e se adaptam, ou seja, como são ou não resilientes.

2.2. A importância da noção de resiliência nas Ciências Sociais

A resiliência tem sido utilizada enquanto expressão da capacidade de um sistema suportar um choque externo e retomar uma trajetória de equilíbrio. A sua influência atual é grande, resultado da perceção que os processos associados à globalização tornaram os territórios mais permeáveis a efeitos que se pensavam anteriormente

externos (Christopherson, Michie e Tyler, 2010). Enquanto elemento relevante de um contexto onde a mudança é cada vez mais acelerada, com diferentes tipos de crises - ambientais, económicas, sociais - a resiliência atrai a atenção de instituições relevantes na decisão e definição de políticas (OECD, 2011) e de académicos de diferentes áreas tornando-se um chavão e uma tendência enquanto foco de análise (Pendall, Foster e Cowell, 2010). Muita da atratividade desta noção deriva de ser facilmente maleável e se adaptar às zonas de contacto entre ciência, decisão política e discursos práticos. É no entanto recomendável cautela para garantir que as ambições das políticas não excedem a capacidade da investigação em justificar determinadas opções baseadas no desígnio da resiliência (Bristow, 2010).

O conceito de resiliência tem vindo a alcançar uma audiência vasta que transcende a sua utilização nos meios científicos. Uma abordagem transversal que explicita a resiliência enquanto noção que permite relacionar desde o nível individual, ao nível organizacional, das comunidades até aos sistemas territoriais mais complexos (Zolli e Healy, 2012). A noção de resiliência surge como um novo vocábulo na linguagem quotidiana, associando-se a outros, que visam sublinhar características positivas para o sucesso, como a inovação, o empreendedorismo, ou a sustentabilidade. Utilizado de um modo geral, tal como os exemplos anteriores, é um conceito ambíguo (Simmie e Martin, 2010) que pouco pode oferecer ao entendimento de qualquer fenómeno, para além da evidência simplista que ser mais resiliente é melhor que ser menos resiliente. Pode facilmente tornar-se um conceito vazio e sobre utilizado (Rose, 2007) que pode ser mobilizado para justificar quase qualquer meta ou interesse (Davoudi *et al.*, 2012). A sua utilização pode ser perigosa, ou no mínimo, desapontante se tentarmos compreender a resiliência enquanto modelo ou paradigma (Alexander, 2013).

A aplicação de resiliência aos sistemas socioeconómicos pode ser um campo fértil mas que ainda carece de desenvolvimento na investigação. Muito do debate científico emana do desafio de transferir princípios de resiliência com origens disciplinares diversas, da psicologia à ecologia, com pouca ou nenhuma sensibilidade geográfica ou territorial (Dawley, Pike e Tomaney, 2010). Na perspetiva académica, o enfoque que se tem vindo a reforçar nos estudos regionais e nos estudos de ciência, tecnologia e inovação é o que centra a sua atenção nas interligações entre a resiliência territorial, as mudanças a nível global e as dinâmicas de inovação (Cooke, Parrilli e Curbelo, 2012). Esta é a perspetiva que neste texto interessa aprofundar, dando destaque às características que tornam um sistema de inovação mais robusto face a choques.

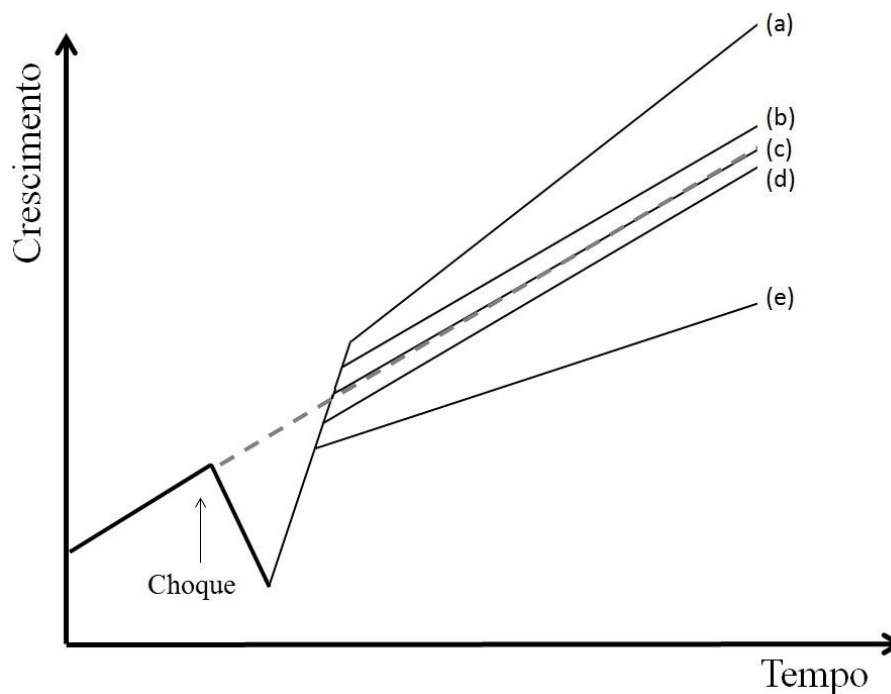
A resiliência é um termo relativamente recente no reportório dos decisores políticos mas não é de forma nenhuma uma nova ideia no mundo científico (Davoudi *et al.*, 2012). É uma noção que foi importada da Física e se refere à estabilidade dos materiais e à sua resistência a choques externos. Nos anos sessenta, com a emergência do pensamento sistémico, a resiliência entrou no campo da Ecologia dando origem a grande parte da variedade de sentidos que atualmente existem.

Este desenvolvimento foi estimulado pelo seminal texto de Crawford Holling, sobre a resiliência e a estabilidade dos sistemas ecológicos (Holling, 1973). Neste texto, o autor distingue entre dois tipos de resiliência. A resiliência de engenharia (*engineering resilience*) define a habilidade de um sistema regressar a um equilíbrio ou estado-estacionário após uma perturbação. Na sua forma mais simples, define a resiliência com base na elasticidade, a capacidade do sistema resistir a perturbações e a velocidade do seu regresso a um equilíbrio preexistente ou estado-estacionário. Esta abordagem, alinhada com noções econométricas padrão na ciência económica, mede variações na resiliência através das diferentes capacidades dos sistemas para resistir a choques, ou seja, manter o equilíbrio, e a velocidade em que estes recuperaram a trajetória definida (Simmie e Martin, 2010). Nesta noção, a resistência à perturbação e a velocidade de regresso ao estado-estacionário são as medidas centrais para a avaliação da resiliência.

O segundo tipo é a resiliência ecológica, entendida como a magnitude em que uma perturbação pode ser absorvida pelo sistema sem que este altere a sua estrutura, as variáveis e os processos que controlam o seu comportamento (Gunderson e Holling, 2002). Aqui a resiliência não se relaciona apenas com o tempo que o sistema demora a regressar ao equilíbrio, mas também à capacidade de carga de perturbação sem ultrapassar um patamar considerado crítico que o altere significativamente. Um contraste essencial entre estas duas noções é que a segunda rejeita a hipótese de um equilíbrio único, apontando para a existência de equilíbrios múltiplos e dos sistemas moverem-se entre domínios alternativos de estabilidade. Um elemento fundamental oferecido pela resiliência ecológica é que, embora o sistema resiliente possa manter ou voltar para um estado de equilíbrio inicial, pode também adaptar-se, mudar para um novo equilíbrio enquadrado numa série de equilíbrios múltiplos, com um desempenho superior ou inferior a antes do choque (Simmie e Martin, 2010). A figura 1 ilustra as possíveis respostas de um sistema a um choque. O sistema após sofrer o impacto do choque pode recuperar exactamente o seu caminho de longo prazo, anterior à crise (reta c). No entanto, tal situação é pouco provável. É mais admissível que o sistema fique

numa situação subótima, recuperando a trajetória lentamente ou eventualmente criando um percurso de divergência face ao percurso inicial (reta d e reta e). A situação ideal seria o sistema reconverter-se após o choque gerando uma trajetória de rápida convergência e de superação do caminho anterior (reta b e reta a). Dito de outra forma, sistemas pouco resilientes podem ver as suas trajetórias de crescimento ser interrompidas por choques e, posteriormente ficarem bloqueados em trajetórias de declínio de longo prazo e equilíbrios com um baixo desempenho, enquanto sistemas mais resilientes podem encontrar trajetórias de longo prazo mais virtuosas e estados-estacionários com desempenho superior.

Figura 1 - Visões estilizadas da resposta de um sistema a um choque



Fonte: Inspirado em Simmie e Martin (2010: 29)

A transferência da noção de resiliência de ciências que estudam o mundo natural para o mundo social deve ser efetuada de forma cautelosa. Simin Davoudi identifica quatro aspetos críticos nesta transferência (Davoudi *et al.*, 2012). O primeiro refere-se à intencionalidade da ação, uma vez que o comportamento humano não pode ser descrito adequadamente por modelos deterministas. Neste contexto, as sugestões que podem resultar da evolução do sistema nunca são inevitáveis mas devem antes ser entendidas como tendências. Um segundo aspeto refere-se ao propósito da resiliência. Para que finalidade se pretende mais resiliência? No mundo natural o resultado esperado é a

sustentabilidade ambiental, que não raras vezes é assumida de forma acrítica. No mundo social o que é desejável tem uma carga normativa que merece reflexão. Voltar para o equilíbrio antes do choque? Retomar a trajetória anterior? Pode nem sempre ser a opção mais adequada para o sistema no longo prazo. Um terceiro aspeto refere-se à definição do sistema. É crucial perceber o que está em causa, sabendo o que é incluído e excluído do sistema porque inevitavelmente como consequência desta delimitação determinados aspetos terão menor atenção que outros. Deste modo, a análise poderá excluir fatores relevantes nos processos em causa. Finalmente, um quarto aspeto refere-se ao desafio de traduzir a resiliência para a política e para os decisores compreendendo os resultados desejados da resiliência. A resiliência de um sistema pode resultar em perdas noutra sistema pelo que a avaliação da resiliência não se pode desprender dos benefícios e custos que pode trazer a diferentes níveis.

Assim vale a pena sublinhar que apesar da complexidade adicional da perspetiva ecológica, qualquer das duas noções anteriores de resiliência se alicerça numa visão linear, em que um sistema será tanto mais resiliente quanto puder regressar a um estado-estacionário, novo ou antigo. Este limite tem sido respondido por abordagens evolucionistas à resiliência, internalizando a mudança e rejeitando noções neoclássicas de mecanismos de ajustamento e de convergência para equilíbrios únicos.

3. Para uma noção evolucionista de resiliência

As contribuições de teorias evolucionistas têm procurado uma explicação dinâmica da evolução dos sistemas. Considerando a economia como um sistema dinâmico, irreversível e em autotransformação, as abordagens evolucionistas estão mais preocupadas com a adaptação, a resiliência e a mudança de configurações do sistema do que com o seu desempenho estático (Uyarra e Flanagan, 2012). Apesar da falta de visão unificada e coerente, estas abordagens têm a característica comum de tentar vincular o comportamento dos agentes, os indivíduos, as empresas, as organizações, com a evolução espacial das indústrias e as redes ao nível meso-económico. A análise evolucionista enfatiza o desdobramento de caminhos dependentes de trajetórias de mudança, moldados por instituições formais e informais historicamente incrustadas, em que as geografias económicas são marcadas pela diversidade e variedade (Boschma e Martin, 2010). Assim, seguindo uma perspetiva evolucionista, a resiliência é uma capacidade adaptativa relativa ao processo espaço-temporal para um sistema se moldar

à mudança e aos choques, que podem ser externos ou gerados pela dinâmica interna, num contexto específico de mercado, de tecnologia, de política, relacionando as condições competitivas com a dinâmica evolutiva e as trajetórias ao longo do tempo (Simmie e Martin, 2010). A resiliência evolucionista é definida por um determinado contexto territorial pelo que a sua análise muitas vezes foca explicitamente escalas subnacionais, a região ou a cidade (Hamdouch, Depret e Tanguy, 2012).

Esta nova conceção de resiliência traz uma série de desafios substanciais ao desenvolvimento de capacidades e de tolerância para lidar com as incertezas cognitivas, ineficiências económicas e impopularidade política da mudança para uma trajetória alternativa (Dawley, Pike e Tomaney, 2010). A formulação de políticas para a resiliência tem sido demasiadas vezes entendida numa versão limitada - como sinónimo de criação de políticas para a competitividade regional. A resiliência evolucionista enquanto dimensão normativa deve encorajar o desenvolvimento transformativo a partir da base, a diversidade, a modularidade e a conectividade do sistema (Bristow, 2010). Como Keith Shaw refere (*apud* Davoudi *et al.*, 2012), a resiliência tem potencial para se desenvolver como uma agenda radical e transformativa que abra oportunidades para voz política, resistência, e desafio às estruturas de poder e formas dominantes de pensamento, oferecendo a possibilidade de uma mudança paradigmática, quer na teoria quer na prática do planeamento, ao questionar a própria linearidade deste processo.

Os fatores que tornam os sistemas resilientes remetem para uma diversidade de domínios, com a importância de cada fator relevante a ser diferente de região para região e ao longo do tempo. No entanto, os fatores que parecem ter sido úteis no passado, incluem (Christopherson, Michie e Tyler, 2010):

- Um forte sistema regional de inovação,
- Fatores que estimulem a aprendizagem regional,
- Infraestrutura produtiva moderna (transportes, acesso à internet de banda larga, entre outros aspetos),
- Força de trabalho qualificada, inovadora e empreendedora,
- Um sistema financeiro sólido e solidário no fornecimento de capital às empresas.
- Base económica diversificada, não demasiado dependente de uma única indústria e/ou setor.

Alguns dos atributos de um sistema que diretamente afetam a sua resiliência são a diversidade, modularidade, inovação, retroações, redundância da governação, serviços sistémicos, capital social e variabilidade (Allan e Bryant, 2012). A diversidade é uma fonte importante de opções futuras. Quanto maior a diversidade, melhor será a capacidade de um sistema para se adaptar a uma grande variedade de circunstâncias, por vezes imprevisíveis. A modularidade permite que módulos individuais mantenham o funcionamento quando outros módulos falham com um choque, e deste modo, o sistema como um todo possa reorganizar-se e adaptar-se. A inovação refere-se à ênfase na aprendizagem, na experimentação, em regras desenvolvidas localmente e na aceitação da mudança. As retroações remetem diretamente para as redes que desempenham um papel-chave na determinação da resiliência. Uma governança demasiado centralizada e uma inserção frágil noutros sistemas podem enfraquecer retroações. A sobreposição na governação sugere que os atores e as instituições devem incluir algum nível de redundância na estrutura de governança. O sistema deve possuir serviços virados para o funcionamento do próprio sistema e que não têm uma expressão direta em produtos e serviços mercantilizáveis, capital social enquanto capacidade dos atores responderem em concordância a perturbações, e aceitar a variabilidade ao invés de a tentar controlar ou reduzir.

A resiliência, considerada enquanto uma característica de não-equilíbrio de uma economia regional particular, é baseada na adaptação e adaptabilidade de longo prazo e estimulada por duas forças por vezes opostas: a inovação, enquanto exploração de oportunidades para novos caminhos económicos, e a reprodução, o autorreforço do conjunto de hábitos, rotinas e instituições das atividades económicas e formas de fazer existentes, permitindo a adaptação a choques externos e a criação de dependências de trajetória e de efeitos de aprisionamento (*lock-in*) (Simmie, 2014). Os conceitos de adaptação e de adaptabilidade merecem destaque nas abordagens evolucionistas para explicar as diferenças na resiliência dos sistemas (Pike, Dawley e Tomaney, 2010). A adaptação pode ser entendida como a capacidade de responder a um choque com um movimento de regresso para, pelo menos no curto prazo, um modelo pré-concebido de desenvolvimento regional ou sectorial que tenha sido bem-sucedido antes do choque. Aqui, a adaptação reflete a tendência inerente dos sistemas para melhorarem determinados nichos ou contextos, aperfeiçoando trajetórias eficazes no passado. A adaptabilidade remete para a capacidade de aproveitar oportunidades ou de tomar

decisões para abandonar uma trajetória anterior, que pode ter sido bem-sucedida no passado, em favor de uma nova trajetória, relacionada, alternativa ou de nicho.

As diferentes características de adaptação e de adaptabilidade ajudam a explicar como diferentes componentes de uma economia regional, os seus setores, os mercados de trabalho, os interesses políticos, entre outros aspetos, se integram de modo a fornecer níveis de resiliência distintos nos vários territórios (Dawley, Pike e Tomaney, 2010). Assim, aplicada aos territórios, a resiliência cobre este duplo entendimento. Por um lado, a resiliência pode ser estática, o que designa a aptidão do território para se auto-organizar em torno das suas capacidades passivas de adaptação e de resistência e que lhe permitem manter ou recuperar as bases do seu desenvolvimento face a choques externos. Por outro, a resiliência pode ser dinâmica, o que define a capacidade do território se reinventar e revelar novos recursos, capacidades ou valores, não necessariamente relacionados com outros previamente existentes, que permitam uma nova trajetória e uma dinâmica virtuosa de transformação impulsionada pela evolução interna. Este tipo de resiliência é principalmente impulsionado pela capacidade de aprendizagem e de cocriação dos territórios face às circunstâncias cambiantes com os choques externos (Hamdouch, Depret e Tanguy, 2012).

A adaptação e a adaptabilidade desenvolvem-se como parte de um processo dinâmico pelo qual as instituições e os atores mudam gradualmente, reconvertem estratégias e competências, beneficiam do conhecimento transferido e re combinado através de relações, redes e colaborações existentes. Deste modo, uma outra noção evolucionista que pode contribuir para a análise da resiliência é a de dependência de trajetória (Martin, 2010). Esta noção pode ser útil na conceptualização da resiliência porque tem uma relação estreita com a adaptação e a adaptabilidade. As abordagens mais comuns à dependência de trajetória podem ter pouco a dizer sobre os caminhos do desenvolvimento regional porque conferem importância central a eventos quase-aleatórios e a acontecimentos acidentais. No entanto, existem evidências empíricas e fortes fundamentos conceptuais para discutir que as novas trajetórias são muitas vezes moldadas por caminhos pré-existentes. O surgimento de uma nova indústria local não é um resultado do acaso ou um acidente histórico, mas estimulado, pelo menos em parte, pelos recursos, competências, habilidades e experiências acumuladas por trajetórias e padrões de desenvolvimento (Niosi, 2011). Estas condições moldam o ambiente e a capacidade de atração de recursos. Em determinados lugares, precisamente pelas razões decorrentes das especificidades do seu desenvolvimento passado, o contexto pode ser

menos propício e até uma força de constrangimento a novos setores tecnológicos e à inovação. Nestes casos, conhecimentos e recursos específicos não são facilmente recombinaados ou convertidos em novas competências ou, por causa do sucesso anterior, as indústrias existentes têm perspectivas de lucro, de preços e de salários que impedem a emergência de novas atividades empresariais (Simmie e Martin, 2010). A dependência de trajetória pode estimular ou restringir a adaptação e a adaptabilidade face a um choque.

Existe um argumento que sustenta que os sistemas mais diversificados são mais adaptáveis, pois a variedade atua como um amortecedor, dissipando efeitos negativos por uma série de atividades económicas e lugares ao invés de concentrar e reforçar esses efeitos, ajudando a acelerar o processo de recuperação. A resiliência do sistema depende assim da variedade de setores e de comportamentos (Pike, Dawley e Tomaney, 2010). A variedade também se associa à seleção, sobrevivência e falhas das empresas que contribuem para a adaptabilidade do território resiliente. Ao mesmo tempo, o grau em que a variedade de empresas e setores estão relacionados, isto é a variedade relacionada (Frenken, Van Oort e Verburg, 2007), permite a difusão de conhecimento (*spill-overs*) e maior capacidade dos atores económicos na elaboração de possibilidades para a geração de inovação em resposta à mudança, gradual ou acelerada, do contexto. A noção de variedade relacionada tenta capturar o equilíbrio delicado entre a proximidade e a distância cognitiva dos setores numa região, que é necessário para o conhecimento transbordar de forma eficaz entre setores. É uma noção que permite contrastar efeitos benéficos da aglomeração em torno da especialização, de influência marshalliana, com os benefícios da diversidade, de origem jacobiana¹ (Boschma e Frenken, 2005). A distância cognitiva entre dois setores deve assegurar comunicação eficaz e entendimento mútuo mas também algum afastamento que evite um aprisionamento cognitivo. Quanto maior a variedade em todos os setores relacionados numa região, maior é o número de setores tecnologicamente relacionados, e mais oportunidades de aprendizagem existem entre as indústrias locais (Boschma, Minondo e Navarro, 2011). Esta discussão também se relaciona com a teoria da complexidade na qual os sistemas adaptativos complexos são caracterizados por duas tendências contraditórias. Por um lado, há tendência nos

¹ Alfred Marshall sublinhava a relevância das externalidades que ocorrem como resultado da especialização em determinados setores e atividades económicas específicas (como costuma ser o caso dos distritos industriais e *clusters* territoriais). A tradição iniciada por Jane Jacobs conferiu maior ênfase às externalidades que ocorrem como resultado da diversidade gerada pela acumulação de recursos e pessoas, em particular nos territórios urbanos.

sistemas para o aumento da conectividade e da ordem (ou inter-relação) entre os componentes do sistema, mas, por outro lado, a conexão crescente e a ordem tendem a reduzir a capacidade de adaptação do sistema a alterações das condições contextuais. Isto implica uma troca ou conflito (um *trade-off*) entre a conectividade e a resiliência: quanto mais internamente ligado um sistema é, mais estrutural e funcionalmente rígido e menos adaptativo ele tende a ser (Simmie e Martin, 2010).

Em suma, a resiliência evolucionista, rejeitando o equilíbrio, com ênfase na incerteza e na descontinuidade, na persistência e na transformação, pode ser um ponto de partida relevante para providenciar um quadro útil de compreensão da mudança nos sistemas socioeconómicos. Uma das dificuldades no estudo da resiliência é a escolha e definição do sistema em análise. O conceito será tanto mais aplicável quanto for a capacidade de se traçarem fronteiras e delimitarem as componentes do sistema em análise de uma forma adequada. Em sistemas complexos esta delimitação resulta inevitavelmente numa simplificação da realidade que pode ser problemática (Alexander, 2013). Apesar da noção evolucionista de resiliência apontar muitas vezes para o território e para a região como unidades analíticas, o presente artigo aponta diretamente para a análise da resiliência dos sistemas de inovação. Esta opção permite focar a atenção não na resiliência do território, país ou região nem num setor ou tecnologia, mas de um sistema que possui uma função específica e mais facilmente integra conceitos evolucionistas e institucionalistas. A abordagem dos sistemas de inovação, que se assumiu como um dos principais paradigmas nos estudos de ciência, tecnologia e inovação nas últimas décadas, com uma grande influência na definição de políticas públicas nestes domínios, será aprofundada na secção seguinte.

4. Sistemas de inovação como unidade de análise da resiliência

4.1. A dinâmica inovadora e os sistemas de inovação

A dinâmica inovadora é considerada a principal fonte de competitividade (Nelson e Nelson, 2002) mas não depende apenas do comportamento individual das empresas, mas igualmente do contexto institucional onde estas estão incrustadas (Whitley, 2008). Esta perspetiva tem sido assumida nos estudos que analisam o desempenho das economias com base nas arquiteturas institucionais, como as variedades de capitalismo (Hall e Soskice, 2003) e, que têm influenciado uma abordagem alargada aos sistemas de inovação. Uma visão satisfatória de sistema de inovação inclui o núcleo do sistema,

com os principais atores de inovação, mas também todas as esferas institucionais que restringem e induzem as atividades inovadoras (Amable, 2005).

Os atributos de um sistema não podem ser explicados satisfatoriamente apenas pela existência e funções dos seus constituintes. Deste modo, o conceito de sistema de inovação remete tanto para as componentes como para as ligações no interior do sistema. As componentes referem-se aos atores – indivíduos e organizações públicas e privadas - envolvidos em processos de inovação, bem como as instituições - entendidas como constrangimentos e elementos facilitadores que orientam a ação individual e o comportamento coletivo - as regras do jogo (Edquist, 2005). Um sistema de inovação tem como principal função acelerar a dinâmica inovadora mas a um nível mais alargado, os sistemas de inovação podem ser vistos como ferramentas para as políticas que promovem o desenvolvimento socioeconómico ancorado no conhecimento científico e tecnológico (Lundvall, 2007).

A visão da inovação nos sistemas de inovação tende a ser como um fenómeno complexo, incerto, heterogéneo, contingencial e relacional o que dificulta uma identificação extensiva de todos os fatores que o influenciam (Fløysand e Jakobsen, 2011). A inovação centra-se na criação de novos produtos e processos, mas para a noção ser efetiva deve ter em conta as capacidades existentes nos sistemas (Asheim, Smith e Oughton, 2011).

A abordagem de sistema de inovação foi originalmente concebida para explicar o desempenho económico dos Estados-nação e a sua competitividade internacional (Lundvall, 2007). O sistema de inovação foi inicialmente aplicado como um esquema analítico ao nível nacional (Freeman, 1995) mas outras abordagens foram-se evidenciando porque diferentes tipos de sistemas de inovação coexistem e complementam-se. Os sistemas de inovação podem variar em nível, seja ele nacional, regional ou local, e em âmbito, seja sectorial ou tecnológico (Markard e Truffer, 2008). A conceção mais adequada de um sistema de inovação depende em grande parte das questões a serem respondidas e dos instrumentos de intervenção política disponíveis (Asheim, Smith e Oughton, 2011). Neste aspeto, é crucial compreender que um sistema não deve ser visto como uma ilha isolada de outros subsistemas relacionados pelo que as conexões externas dos sistemas e as diferentes sobreposições são elementos relevantes da análise (Uyarra, 2009).

Um dos enfoques que tem tido grande atenção e desenvolvimento na análise dos sistemas de inovação é a escala regional (Cooke, Heidenreich e Braczyk, 2004) devido à

relevância adquirida pela proximidade enquanto elemento essencial nas interações sistêmicas (Boschma, 2005). A intervenção política e a análise ao nível regional da inovação demonstram que este processo não se distribui uniformemente entre países nem dentro dos próprios países (Howells e Bessant, 2012). Concentra-se em territórios específicos enquanto outros permanecem excluídos desta dinâmica. A escala regional nos sistemas de inovação é particularmente relevante porque a aglomeração e outros diferentes tipos de proximidade são dimensões cruciais, acelerando a aprendizagem institucional, a formação de capital social e a variedade relacionada. Uma visão de síntese é compreender o ‘sistema regional de inovação’ (SRI) como uma interação sistêmica e administrativamente apoiada entre a estrutura regional de produção, o subsistema de exploração de conhecimento, e a infraestrutura de apoio regional, o subsistema de criação de conhecimento, composto por entidades de I&D, públicas e privadas, agências de transferência de tecnologia, incubadoras de tecnologia, entidades de formação profissional, e outros atores (Carricazeaux e Gaschet, 2006). O enfoque regional dos sistemas de inovação sublinha que a dinâmica de inovação é acelerada através de mecanismos baseados no mercado, mas também exige uma forte governação com base numa diversidade de arranjos institucionais. As diferenças de desempenho são acompanhadas por diferenças nas estruturas regionais de governação (Uyarra, 2007).

O SRI tem sido utilizado enquanto instrumento normativo para a construção da vantagem regional, explicitando o contexto e as condições pré-existentes, os objetivos necessários de intervenção e também conjuntos de oportunidades e complementaridades (Cooke e Leydesdorff, 2006). O conceito de SRI entrou em uso na Política Regional Europeia, no início dos anos 1990, informada pela investigação sobre um número alargado de regiões industriais (Uyarra e Flanagan, 2012). As regiões foram sendo compreendidas como possuindo sempre algum tipo de SRI, ou seja, possuindo um arranjo administrativamente apoiado e geograficamente definido de redes e instituições que interagem regularmente e fortemente para melhorar os resultados inovadores das empresas na região (Cooke e Schienstock, 2000).

A influência do SRI enquanto noção normativa favoreceu muitas vezes a difusão de uma visão algo simplificada da presença de um sistema de inovação em todas as regiões. O SRI continua a ser visto como resultado da política regional de inovação pelo que se considera adequado, abusivamente, medir o sucesso da política pelo desempenho do SRI. As políticas baseadas em SRI tendem a inspirar-se em lições e boas-práticas de regiões que pouco têm a ver umas com as outras (Uyarra e Flanagan, 2012). No entanto,

a abordagem aos SRI é particularmente útil para sublinhar exatamente o contrário, a natureza contingente da intervenção política na inovação. Como as regiões são muito diversas não existe uma política de tamanho único (*one size fits all*) nem uma combinação de instrumentos políticos disponíveis e aplicáveis a todos os casos (Tödtling e Tripl, 2005).

4.2. Falhas e transições para sistemas de inovação resilientes

A lógica tradicional de intervenção pública na inovação é a existência de falhas de mercado, onde os decisores políticos devem intervir quando o mercado não consegue alocar recursos de forma eficiente ao processo de inovação (Arrow, 1962). Esta visão pressupõe que exista uma relação sequencial entre a I&D, a inovação e o crescimento económico, sobrestimando a relevância de incentivos económicos à I&D e da propriedade de ativos intangíveis baseados na investigação. No entanto, o conceito de falha de mercado é vago e não proporciona uma justificação para medidas sistémicas de apoio à inovação. Não só os mercados não conseguem alcançar resultados eficientes, como podem reforçar situações de desempenho frágil na inovação.

Uma visão mais elaborada da justificação das políticas de inovação é normalmente associada à existência de falhas sistémicas (Woolthuis, Lankhuizen e Gilsing, 2005). Uma falha sistémica é definida em sentido amplo como a incapacidade do sistema de inovação para apoiar a criação, absorção, retenção, utilização e difusão de conhecimento economicamente útil através da aprendizagem interativa (Chaminade *et al.*, 2010). Para além de focar a resolução das falhas de mercado que levam à falta de investimento em I&D e inovação, a abordagem da falha sistémica facilita a compreensão de como qualquer sistema de inovação pode ser mais eficaz através da remoção de bloqueios na conexão de seus componentes (Edquist, 2011).

Diferentes tipos de falhas de sistema podem ser encontrados em diferentes tipos de regiões. Os problemas sistémicos estão frequentemente relacionados com a ‘espessura institucional’ (Amin e Thrift, 1995) encontrados em regiões periféricas, aos problemas associados a aprisionamentos tecnológicos e industriais e, finalmente, aos problemas relacionados com a fragmentação do sistema normalmente encontradas em regiões metropolitanas. A variedade de problemas sistémicos sublinha novamente que as políticas devem ser adaptadas para além de medidas de tamanho único. Um problema grave num sistema de inovação específico pode não ser um problema relevante num outro sistema. Deste modo, a identificação de falhas sistémicas tendo em conta as

características de cada sistema, a evolução e o contexto socioeconómico em que está inserido, permitem compreender a resiliência deste.

A noção de SRI pode ser relevante para o estudo da resiliência mas tem dificuldades em incorporar vários elementos que são úteis na análise da resiliência. A abordagem ao SRI apresenta uma visão eminentemente estática que fornece pistas sobre o desempenho do sistema e a existência de falhas sistémicas mas que tem dificuldades em incorporar as inter-relações com outros níveis de análise e com a mudança. A ênfase exagerada na relevância das redes e das instituições pode menosprezar a capacidade de decisão individual dos atores, muitas vezes considerados como elementos passivos das políticas. Neste sentido, o conjunto de estudos que têm dado atenção às transições sociotécnicas podem ser úteis, em particular, as contribuições que focam uma perspetiva multinível dos sistemas, ao fornecerem um quadro que integra vários níveis de análise e uma perspetiva temporal na transformação dos sistemas.

Os estudos das transições focam os processos de mudança e têm conexões indispensáveis para a compreensão da resiliência dos sistemas de inovação. As transições sociotécnicas podem ser entendidas como conjuntos de processos que levam a mudanças importantes nos sistemas sociotécnicos. Tal como na noção de SRI, os sistemas sociotécnicos consistem em redes de atores e instituições, bem como artefactos materiais e de conhecimento (Geels, 2004). Os diferentes elementos do sistema interagem, e, juntos, possuem funções específicas na sociedade. O conceito de sistema realça o facto de uma ampla variedade de elementos estarem interligados e dependerem uns dos outros. Tal tem implicações importantes para a dinâmica dos sistemas, e, especialmente na sua transformação. A transição envolve mudanças profundas em diferentes dimensões: tecnológica, material, organizacional, institucional, política, económica e sociocultural. As transições envolvem uma ampla gama de atores e, normalmente desenrolam-se ao longo do tempo. No decurso de tais transições, novos produtos, serviços, modelos de negócios e organizações surgem, em parte de forma complementar e em parte substituindo os existentes. As transições sociotécnicas diferem de transições tecnológicas simples na medida em que incluem mudanças nas práticas dos utilizadores e nas estruturas institucionais para além da dimensão tecnológica (Markard, Raven e Truffer, 2012). Além disso, as transições sociotécnicas normalmente englobam uma série de inovações tecnológicas e não-técnicas complementares. As transições sustentáveis são processos fundamentais de transformação de longo prazo na

sociedade através do qual se estabelecem sistemas sociotécnicos de mudança para modos mais sustentáveis de produção e consumo.

Uma das maiores contribuições da literatura dos sistemas de inovação refere-se à compreensão das falhas sistémicas (*ibidem*). Mas como sublinhado o enfoque da análise tem sido mais no desempenho interno do sistema que na sua transformação. O quadro de falhas sistémicas já estabelecido na literatura foca normalmente dimensões estruturais e necessita de ser ampliado para compreender os processos de mudança. Weber e Rohracher (2012) apresentam um leque adicional de falhas que permitem adicionar às falhas estruturais o entendimento da transição do sistema. Estas falhas, designadas transformacionais, incluem a falha de direccionalidade, indicando falta de orientação ou objetivo, a falha de articulação com a procura, apontando para mercados insuficientemente desenvolvidos, a falha de coordenação política, que enfatiza a necessidade de políticas coordenadas em diferentes domínios, e a falha de reflexividade, que ocorre quando os sistemas são inflexíveis e pouco adaptados à mudança (Tabela 1).

Tabela 1 - Falhas sistémicas

Falhas de Mercado	Assimetria de Informação	Incerteza dos resultados e horizonte temporal leva a que investidores privados providenciem uma suboferta de financiamento para I&D.
	Difusão de conhecimento	Caráter público do conhecimento e difusão de conhecimento (<i>spill-overs</i>) levam a investimento socialmente subótimo em I&D, em particular na investigação fundamental.
	Externalização de custos	A possibilidade de externalizar custos leva a inovações que podem prejudicar o meio ambiente ou outros atores.
	Sobre-exploração de recursos comuns	Os recursos públicos são mais utilizados na ausência de regras institucionais que limitem a sua exploração (“tragédia dos comuns”).
Falhas Sistémicas Estruturais	Falha de infraestrutura	Falta de infraestruturas físicas, em particular de conhecimento e inovação, devido à grande escala, longo horizonte temporal e baixo retorno previsto do investimento para os agentes privados.
	Falha institucional	Falhas institucionais rígidas. Mecanismos institucionais formais que podem dificultar a inovação; podem ser parte do quadro de regulação que consiste em normas técnicas, leis do trabalho, regras de gestão de risco, regulamentos de saúde e segurança, entre outros, e o sistema jurídico geral em matéria de contractos, emprego, direitos de propriedade intelectual dentro do qual os atores operam. Falhas institucionais macias. Contexto mais amplo de valores políticos, culturais e sociais, que moldam objetivos de política pública, o ambiente da política macroeconómica e a forma de fazer negócios. Estas falhas institucionais macias (ou informais) incluem as normas e os valores sociais, a cultura, a vontade de partilhar recursos com outros atores, o espírito empresarial dentro das organizações, indústrias, regiões ou países.

	Falha de interação	<p>Falha forte de rede. A intensa cooperação entre os atores pode ser muito produtiva como fonte de sinergias, <i>know-how</i> complementar, resolução criativa de problemas ou partilha de capacidades. No caso de existir uma falha forte de rede, os atores individuais são guiadas por outros atores da rede na direção errada e, conseqüentemente, não conseguem entre si os conhecimentos necessários. É amplificada pela falta de troca de informações com os atores que desempenham um papel de intermediação. Pode potencialmente bloquear a renovação do sistema. As causas para uma falha forte na rede são: (i) miopia devido à orientação interna, (ii) a falta de laços fracos, e (iii) a dependência de parceiros dominantes.</p> <p>Falha fraca de rede. A inovação é cada vez mais o resultado de uma estreita interação entre conhecimentos, tecnologias e atores complementares. Quando a conectividade entre esses elementos é pobre, ciclos virtuosos de aprendizagem e inovação podem ser impedidos.</p>
	Falha de recursos	O sistema não dispõe de recursos para inovar. As empresas e outros atores-chave carecem de competências e recursos financeiros adequados.
Falhas Sistêmicas Transformacionais	Falha de direcionalidade	Falta de visão partilhada sobre o objetivo e a direção do processo de transformação; incapacidade de coordenação coletiva dos atores envolvidos na definição de uma mudança sistémica; regulação insuficiente ou normas para orientar e consolidar a direção da mudança, falta de financiamento específico de investigação, desenvolvimento e demonstração, inexistência de projetos e infraestruturas para o estabelecimento de trajetórias satisfatórias de desenvolvimento.
	Falha de articulação com a procura	Espaços insuficientes para antecipar e aprender sobre a procura de inovação não permitem absorção de inovações pelos utilizadores. Ausência de orientação e de estímulo à procura através da articulação de competências.
	Falha de coordenação de políticas	Falta de coordenação política multinível entre diferentes níveis sistémicos (exemplo, regional-nacional-europeu ou entre sistemas tecnológicos e sectoriais); por um lado, falta de coordenação horizontal entre as políticas de I&D, tecnologia e inovação, e as políticas sectoriais (por exemplo, transportes, energia, agricultura), e por outro, a falta de coordenação vertical entre ministérios e agências implementadoras leva a um desvio entre as intenções estratégicas e operacionais de implementação de políticas; incoerência entre as políticas públicas e as instituições privadas; limitada coordenação temporal, resultando em discrepâncias relacionadas com os calendários das intervenções pelos diferentes atores.
	Falha de reflexividade	Capacidade insuficiente do sistema para monitorar, prever e envolver atores nos processos de governação, a falta de arranjos reflexivos distribuídos para conectar diferentes esferas discursivas, proporcionando espaços para a experimentação e aprendizagem, ausência de políticas de adaptação para manter opções em aberto e lidar com a incerteza.

Fonte: Baseado em Woolthuis, Lankhuizen e Gilsing (2005) e alargado por Weber e Rohracher (2012).

No entanto a inclusão de elementos dos estudos das transições na análise da resiliência não é fácil. Estes estudos têm sido maioritariamente a-espaciais não considerando convenientemente a diversidade dos territórios (Truffer e Coenen, 2012). As fronteiras nacionais funcionam como delimitações ‘naturais’ de análises

comparativas de sistemas de inovação sem uma referência explícita a configurações institucionais específicas. Países e por vezes regiões são considerados um elemento quase neutro na literatura das transições. As configurações institucionais específicas do território não são abordadas de forma aprofundada nos estudos das transições pelo que noções como ‘espessura institucional’ ou ‘vantagem institucional comparativa’ permitem elaborar melhor a comparação entre diferentes sistemas de inovação (Coenen, Benneworth e Truffer, 2012).

5. Conclusão

A turbulência económica marca o percurso recente de muitos países, no mundo, e em particular na União Europeia. Vários países têm sido sujeitos a grandes pressões com impactos evidentes nos mercados laborais e nas dinâmicas produtivas. Este contexto complexo e de grande incerteza tem conferido notoriedade à noção de resiliência. Um conceito que, tal como o de turbulência, é importado de outras áreas científicas para explicar a capacidade que um determinado sistema possui ao sofrer um choque e manter ou regressar à uma situação inicial.

O artigo procurou discutir diferentes conceções de resiliência. Mostrou que a visão importada diretamente da engenharia dos materiais, no qual a resiliência se relaciona com a capacidade do sistema recuperar de um choque externo e voltar para o seu equilíbrio anterior e único, é largamente insuficiente no estudo de sistemas socioeconómicos. A noção ecológica de resiliência é uma visão mais alargada ao permitir conceber a existência de múltiplos equilíbrios, mais ou menos eficientes mas pré-definidos, que o sistema poderá alcançar. O texto sugere que é necessária uma perspetiva mais alargada da resiliência para a sua adequada compreensão. Nesta visão alargada, a que chamámos evolucionista, a resiliência é uma capacidade adaptativa a mudanças internas e externas que depende do contexto institucional específico. Esta noção permite acomodar, não só o entendimento que os sistemas estão sujeitos a choques externos e podem recuperar trajetórias anteriores, mas também que a turbulência de um sistema pode ter origem em falhas internas. A superação passa, não pelo regresso ao equilíbrio pré-choque, pela construção de novos caminhos alicerçados nas capacidades explícitas ou latentes no sistema.

Um dos problemas a superar na noção de resiliência evolucionista é que esta tem sido normalmente definida por um determinado contexto territorial associado a escalas subnacionais. Fala-se assim do território resiliente, da região resiliente ou da cidade

resiliente. Uma adequada utilização da resiliência enquanto um conceito analítico útil, e não como uma noção com significado incerto e pouca possibilidade de implementação nas Ciências Sociais, carece de uma definição adequada da unidade de análise, ou seja, do sistema socioeconómico que está em consideração. A escolha do sistema em análise é crucial, porque é a definição das componentes, limites e funções do sistema que vai permitir compreender o que é relevante à análise ou que pode ser excluído. Este texto sugere que o sistema de inovação pode ser uma opção válida enquanto unidade de análise da resiliência ao permitir delimitar uma série de componentes e ligações nas dinâmicas socioeconómicas. Tendo em conta os impactos que a crise e a turbulência económica têm tido nos domínios da ciência, da tecnologia e da inovação, o sistema de inovação pode ser uma demarcação útil para o estudo da resiliência. Se adicionarmos ao sistema de inovação uma delimitação regional, as fronteiras do sistema ficam ainda mais perceptíveis.

A análise da resiliência dos sistemas de inovação deverá conferir atenção à situação de partida do sistema e, entre outros aspetos, aos impactos do choque nos atores, o seu número e a sua conectividade, impactos nas instituições, nos comportamentos e nas políticas, nas atividades inovadoras, como a I&D e patenteamento, na produção, no valor acrescentado e no emprego em setores avançados e nos domínios científicos. Um dos limites normalmente apontados ao estudo da resiliência é o ponto de partida que o choque no sistema é de origem externa. O esforço para endogeneizar a natureza dos choques no sistema beneficiará muito da inclusão da noção de falha sistémica. Compreender a natureza, a mudança e o impacto das falhas sistémicas permitirá identificar défices estruturais e transformacionais, algo essencial ao debate da resiliência nos sistemas de inovação e na transição para um novo paradigma sociotécnico.

Agradecimentos

Hugo Pinto beneficia de uma bolsa individual de Pós-Doutoramento da FCT - Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BPD/84038/2012) no domínio científico PACT – Promoção e Administração de Ciência e Tecnologia, financiada pelo POPH – QREN – Tipologia 4.1 – Formação Avançada, participado pelo Fundo Social Europeu e por fundos nacionais do Ministério da Educação e Ciência.

Referências bibliográficas

- Alexander, David (2013), “Resilience and Disaster Risk Reduction: An Etymological Journey”, *Natural Hazards and Earth System Sciences Discussions*, 1(2), 2707-2716. doi:10.5194/nhess-13-2707-2013.
- Allan, Penny; Bryant, Martin (2012), “Resilience as a Framework for Urbanism and Recovery”, *Journal of Landscape Architecture*, 6(2), 37-41. doi: 10.1080/18626033.2011.9723453.
- Amable, Bruno (2005), *Les cinq capitalismes: Diversité des systèmes économiques et sociaux dans la mondialisation*. Paris: Éd. du Seuil.
- Amin, Ash; Thrift, Nigel (orgs.) (1995), *Globalization, Institutions, and Regional Development in Europe*. Oxford: Oxford University Press.
- Arrow, Kenneth (1962), “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”, in Kenneth Arrow (org.), *The Rate and Direction of Inventive Activity* - Vol. I. Princeton, N. J.: Princeton University Press, 609-626.
- Asheim, Bjorn; Smith, Helen; Oughton, Christine (2011), “Regional Innovation Systems: Theory, Empirics and Policy”, *Regional Studies*, 45(7), 875-891. doi:10.1080/00343404.2011.596701.
- Bauman, Zygmunt (2000), *Liquid Modernity*. Cambridge: Polity Press.
- Bauman, Zygmunt (2007), *Liquid Times: Living in an Age of Uncertainty*. Cambridge: Polity Press.
- Boschma, Ron (2005), “Proximity and Innovation: A Critical Assessment”, *Regional Studies*, 39(1), 61-74. doi:10.1080/0034340052000320887
- Boschma, Ron; Frenken, Koen (2005), “Why is Economic Geography not an Evolutionary Science? Towards an Evolutionary Economic Geography”, *Journal of Economic Geography*, 6(3), 273-302. doi:10.1093/jeg/lbi022.
- Boschma, Ron; Martin, Ron (2010), “The Aims and Scope of Evolutionary Economic Geography”, *Papers in Evolutionary Economic Geography (PEEG)*. Consultado a 19.10.2014, em <http://econ.geo.uu.nl/peeg/peeg1001.pdf>.
- Boschma, Ron; Minondo, Asier; Navarro, Mikel (2011), “Related Variety and Regional Growth in Spain”, *Papers in Regional Science*, 91(2), 241-257. doi:10.1111/j.1435-5957.2011.00387.x
- Bristow, Gillian (2010), “Resilient Regions: Re-‘place’ing Regional Competitiveness. Cambridge Journal of Regions”, *Economy and Society*, 3(1), 153-167. doi:10.1093/cjres/rsp030.

- Bryant, Antony (2007), “Liquid Modernity, Complexity and Turbulence”, *Theory, Culture & Society*, 24(1), 127-135. doi: 10.1177/0263276407071580.
- Carricazeaux, Christophe; Gaschet, Frédéric (2006), “Knowledge and the Diversity of Innovation Systems: A Comparative Analysis of European Regions”, *Cahiers du GRES*, (2002-2009), 29. Consultado a 19.10.2014, em <http://cahiersdugres.u-bordeaux4.fr/2006/2006-29.pdf>.
- Chaminade, Cristina; Lundvall, Bengt-Ake; Vang-lauridsen, Jan; Joseph, K. J. (2010), “Innovation policies for development: towards a systemic experimentation based approach”, *Papers in Innovation Studies*, 2010/1. Consultado a 19.10.2014, em http://www.circle.lu.se/upload/CIRCLE/workingpapers/201001_Chaminade_et_al.pdf.
- Christopherson, Susan; Michie, Jonathan; Tyler, Peter (2010), “Regional Resilience: Theoretical and Empirical Perspectives”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 3-10. doi:10.1093/cjres/rsq004.
- Coenen, Lars; Benneworth, Paul; Truffer, Bernhard (2012), “Toward a Spatial Perspective on Sustainability Transitions”, *Research Policy*, 41(6), 968-979. doi:10.1016/j.respol.2012.02.014.
- Cooke, Phil; Leydesdorff, Loet (2006), “Regional Development in the Knowledge-Based Economy: The Construction of Advantage”, *Journal of Technology Transfer*, 31, 5-15. doi: 10.1007/s10961-005-5009-3.
- Cooke, Phil; Parrilli, Mario Davide; Curbelo, José Luís (orgs.) (2012), *Innovation, Global Change and Territorial Resilience*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Cooke, Phil; Schienstock Gerd (2000), “Structural Competitiveness and Learning Regions”, *Enterprise and Innovation Management Studies*, 1(3), 265-280. doi: 10.1080/14632440010023217.
- Davoudi, Simin; Shaw, Keith; Haider, L. Jamila; Quinlan, Allyson; Peterson, Garry; Wilkinson, Cathy; Fünfgeld, Hartmut; McEvoy, Darryn; Porter, Libby (2012), “Resilience: A Bridging Concept or a Dead End? ‘Reframing’ Resilience: Challenges for Planning Theory and Practice Interacting Traps: Resilience Assessment of a Pasture Management System in Northern Afghanistan Urban Resilience: What Does it Mean in Planning”, *Planning Theory & Practice*, 13(2), 299-333. doi: 10.1080/14649357.2012.677124.
- Dawley, Stuart; Pike, Andy; Tomaney, John (2010), “Towards the Resilient Region?: Policy Activism and Peripheral Region”, SERC Discussion Papers 0053, Spatial

- Economics Research Centre, LSE. Consultado a 19.10.2014, em <http://www.spatial-economics.ac.uk/textonly/SERC/publications/download/sercdp0053.pdf>.
- Edquist, Charles (2005), “Systems of Innovation: Perspectives and Challenges”, in Jan Fagerberg; David Mowery; Richard Nelson (orgs.), *Oxford Handbook of Innovation*. Oxford, UK: Oxford University Press, 181-208.
- Edquist, Charles (2011), “Design of Innovation Policy through Diagnostic Analysis: Identification of Systemic Problems (or Failures)”, *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1725-1753. doi:10.1093/icc/dtr060.
- Fløysand, Arnt; Jakobsen, Stig-Erik (2011), “The Complexity of Innovation: A Relational Turn”, *Progress in Human Geography*, 35(3), 328-344. doi:10.1177/0309132510376257.
- Freeman, Christopher (1995), “The ‘National System of Innovation’ in Historical Perspective”, *Cambridge Journal of Economics*, 19(March 1993), 5-24.
- Freeman, Christopher; Louçã, Francisco (2001), *As Time Goes By: From the Industrial Revolutions to the Information Revolution*. Oxford: Oxford University Press.
- Frenken, Koen; Van Oort, Frank; Verburg, Thijs (2007), “Related Variety, Unrelated Variety and Regional Economic Growth”, *Regional Studies*, 41(5), 685-697. doi:10.1080/00343400601120296.
- Geels, Frank (2004), “From Sectoral Systems of Innovation to Sociotechnical Systems”, *Research Policy*, 33(6-7), 897-920. doi:10.1016/j.respol.2004.01.015.
- Gunderson, Lance; Holling, Crawford (2002), *Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems (Google eBook)*. Washington: Island Press. Consultado a 16.10.2014, em <http://books.google.com/books?id=DHcjtSM5TogC&pgis=1>.
- Hall, Peter; Soskice, David (orgs.) (2003), *Varieties of Capitalism: The Institutional Foundations of Comparative Advantage*. Oxford: Oxford University Press.
- Hamdouch, Abdelillah; Depret, Marc-Hubert; Tanguy, Corinne (orgs.) (2012), *Mondialisation et résilience des territoires - Trajectoires, dynamiques d'acteurs et expériences*. Québec: Presses de l'Université du Québec.
- Holling, Crawford (1973), “Resilience and Stability of Ecological Systems”, *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4(1), 1-23. doi:10.1146/annurev.es.04.110173.000245.

- Howells, Jeremy; Bessant, John (2012), “Introduction: Innovation and Economic Geography: A Review and Analysis”, *Journal of Economic Geography*, 12(5), 929-942. doi:10.1093/jeg/lbs029.
- Lundvall, Bengt-Ake (2007), “Innovation System Research Where it Came from and Where it Might Go”, *Globelics working paper*. Consultado a 16.10.2014, em <http://www.globelics.org/wp-content/uploads/2012/11/wpg0701.pdf/>.
- Markard, Joechen; Raven, Rob; Truffer, Bernhard (2012), “Sustainability Transitions: An Emerging Field of Research and its Prospects”, *Research Policy*, 41(6), 955-967. doi:10.1016/j.respol.2012.02.013.
- Markard, Joechen; Truffer, Bernhard (2008), “Technological Innovation Systems and the Multilevel Perspective: Towards an Integrated Framework”, *Research Policy*, 37(4), 596-615. doi:10.1016/j.respol.2008.01.004.
- Martin, Ron (2010), “Roepke Lecture in Economic Geography-Rethinking Regional Path Dependence: Beyond Lock-in to Evolution”, *Economic Geography*, 86(1), 1-27. doi:10.1111/j.1944-8287.2009.01056.x.
- Mowery, David; Nelson, Richard; Martin, Ben (2010), “Technology Policy and Global Warming: Why New Policy Models are Needed (or Why Putting New Wine in Old Bottles Won’t Work)”, *Research Policy*, 39(8), 1011-1023. doi:10.1016/j.respol.2010.05.008.
- Nelson, Richard; Nelson, Katherine (2002), “Technology, institutions, and innovation systems”, *Research Policy*, 31(2), 265-272. doi:10.1016/S0048-7333(01)00140-8.
- Niosi, Jorge (2011), “Complexity and Path Dependence in Biotechnology Innovation Systems”, *Industrial and Corporate Change*, 20(6), 1795-1826. doi:10.1093/icc/dtr065.
- OECD. (2009), *A Forward-looking Response to the Crisis: Fostering an Innovation-led, Sustainable Recovery*. Paris: OECD.
- OECD (2011), *OECD Regional Outlook 2011: Building Resilient Regions for Stronger Economies*. Paris: OECD.
- Pendall, Rolf; Foster, Kathryn; Cowell, Margaret (2010), “Resilience and Regions: Building Understanding of the Metaphor”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 71-84. doi:10.1093/cjres/rsp028.
- Cooke, Philip; Heidenreich, Martin; Braczyk, Hans-Joachim (orgs.) (2004), *Regional Innovation Systems: The Role of Governance in a Globalized World*. London: Routledge.

- Pike, Andy; Dawley, Stuart; Tomaney, John (2010), “Resilience, Adaptation and Adaptability”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3(1), 59-70. doi:10.1093/cjres/rsq001.
- Rose, Adam (2007), “Economic Resilience to Natural and Man-made Disasters: Multidisciplinary Origins and Contextual Dimensions”, *Environmental Hazards*, 7(4), 383-398. doi:10.1016/j.envhaz.2007.10.001.
- Ruelle, David; Takens, Floris (1971), “On the Nature of Turbulence”, *Communications in Mathematical Physics*, 20(3), 167-192. Consultado a 14.10.2014, em <http://www.ihes.fr/~ruelle/PUBLICATIONS/%5B29%5D.pdf>.
- Sanz-Menéndez, Luis; Cruz-Castro, Laura (2003), “Coping with Environmental Pressures: Public Research Organisations Responses to Funding Crises”, *Research Policy*, 32, 1293-1308. doi:10.1016/S0048-7333(02)00120-8.
- Simmie, James (2014), “Regional Economic Resilience: A Schumpeterian Perspective”, *Raumforsch Raumordnung*, 72, 103-116. doi: 10.1007/s13147-014-0274-y.
- Simmie, James; Martin, Ron (2010), “The Economic Resilience of Regions: Towards an Evolutionary Approach”, *Cambridge Journal of Regions, Economy and Society*, 3, 27-43.
- Tödtling, Franz; Trippel, Michaela (2005), “One size fits all?”, *Research Policy*, 34(8), 1203-1219. doi:10.1016/j.respol.2005.01.018.
- Truffer, Bernhard; Coenen, Lars (2012), “Environmental Innovation and Sustainability Transitions in Regional Studies”, *Regional Studies*, 46(1), 1-21. doi:10.1080/00343404.2012.646164.
- Uyarra, Elvira (2007), “Key Dilemmas of Regional Innovation Policies”, *Innovation: The European Journal of Social Science Research*, 20(3), 243-261. doi:10.1080/13511610701707383.
- Uyarra, Elvira (2009), “What is Evolutionary about ‘Regional Systems of Innovation’? Implications for Regional Policy”, *Journal of Evolutionary Economics*, 20(1), 115-137. doi:10.1007/s00191-009-0135-y.
- Uyarra, Elvira; Flanagan, Kieron (2012), “Reframing Regional Innovation Systems: Evolution, Complexity and Public Policy”, in Phil Cooke (org.), *Reframing Regional Development*. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 146-163.
- VINNOVA (2009), “Fight the Crisis with Research and Innovation”. VINNOVA Analysis VA. Consultado a 16.10.2014, em <http://www.vinnova.se/upload/EPiStorePDF/va-09-14.pdf>.

- Weber, K. Mathias; Rohracher, Harald (2012), “Legitimizing Research, Technology and Innovation Policies for Transformative Change”, *Research Policy*, 41(6), 1037-1047. doi:10.1016/j.respol.2011.10.015.
- Whitley, Richard (2008), *Business Systems and Organizational Capabilities: The Institutional Structuring of Competitive Competences*. Oxford: Oxford University Press.
- Woolthuis, Rosalind Klein; Lankhuizen, Maureen; Gilsing, Victor (2005), “A System Failure Framework for Innovation Policy Design”, *Technovation*, 25(6), 609-619. doi:10.1016/j.technovation.2003.11.002.
- Zolli, Andrew; Healy, Anne Marie (2012), *Resilience: Why Things Bounce Back*. New York: Free Press.