

Estado empreendedor, políticas de inovação *mission-oriented* e transição energética renovável: justificativas, princípios e avaliação

Entrepreneurial state, mission-oriented innovation policies and renewable energy transition: justifications, principles and evaluation

Lucas Corrêa^a

Silvio Antônio Ferraz Cário^b

Resumo: As energias renováveis são centrais para a superação do *carbon lock-in* e combate das mudanças climáticas, e o Estado é um importante ator no desenvolvimento dessas tecnologias. O objetivo desse artigo, portanto, é explorar o papel do Estado empreendedor em políticas de inovação *mission-oriented* para promoção da transição energética renovável. Ressaltam-se os aspectos relacionados com: a) as justificativas, contrastando com as justificativas de falhas de mercado e sistemas nacionais de inovação; b) os princípios essenciais que guiam o desenho e a condução dessas políticas; e, c) o problema em aberto relacionado com os instrumentos de avaliação de seus impactos dinâmicos.

Palavras-chave: Transição energética renovável; Políticas de inovação *mission-oriented*; Estado empreendedor.

Classificação JEL: O33. O38. Q55.

Abstract: Renewable energies are central to overcoming carbon lock-in and combating climate change, and the State is an important player in the development of these technologies. The purpose of this article, therefore, is to explore the role of the entrepreneurial state in mission-oriented innovation policies to promote the renewable energy transition. It highlights the aspects related to the: a) justifications, in contrast to the justifications of market failures and national innovation systems; b) the essential principles that guide the design and conduction of these policies; and c) the unsolved problem related to the instruments of evaluation of its dynamic impacts.

Keywords: Renewable energy transition; Mission-oriented innovation policies; Entrepreneurial state.

JEL Classification: O33. O38. Q55.

^a Doutorando em Desenvolvimento Econômico no Instituto de Economia da Universidade Estadual de Campinas (IE/Unicamp). E-mail: correa.lucas@outlook.com.br

^b Professor Titular Voluntário dos Programas de Pós-Graduação em Economia e de Administração da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). E-mail: fecario@yahoo.com.br

1. Introdução

O processo inovativo é movido pela busca por soluções de problemas e um dos principais desafios que a humanidade enfrenta, atualmente, é a mudança climática, em que o setor energético é de particular importância, visto que a maior parte da emissão de gases do efeito-estufa por humanos envolvem atividades de geração ou consumo de energia. Desde a Revolução Industrial, verificou-se uma intensificação da utilização de combustíveis fósseis para a geração de energia (STERN, 2015). Esse padrão energético se mantém como dominante até os dias atuais, dois séculos depois – fenômeno chamado de *carbon lock-in* (UNRUH, 2000; UNRUH, 2002).

Como os mecanismos de mercado podem direcionar a mudança tecnológica para resultados potencialmente ineficientes e autoreforçadores (ARTHUR, 1989) – como é o caso do *carbon lock-in* –, o Estado, ao enfrentar desafios sociais, “*have sometimes led the process and provided the direction towards new ‘techno-economic paradigms’, which did not come about spontaneously out of market forces*” (MAZZUCATO, 2014a, p. 16). Na teoria evolucionária, portanto, a escolha entre trajetórias tecnológicas é normativa, e um determinado resultado desejado pode ser atingido através de iniciativas do Estado (BUSCH *et al.*, 2018).

Verifica-se que há, na literatura evolucionária da inovação, uma crescente atenção voltada para a atuação do Estado no processo inovativo, não apenas como um importante instrumento para promover crescimento econômico, mas também como meio de atingir objetivos sociais concretos e imediatos (FORAY *et al.*, 2012; MAZZUCATO, 2014b; MAZZUCATO, 2018). Nesse sentido, as políticas de inovação podem ser orientadas para um objetivo social mais específico e significativo, ou seja, ser *mission-oriented*, e não, simplesmente, visar atender um objetivo genérico de “mais inovação”. Entende-se que a inovação tem uma direção e que as políticas públicas de inovação podem desempenhar um papel central na definição da direcionalidade das transições tecnológicas e, assim, criar mercados (MAZZUCATO, 2014b).

O caso das tecnologias de energias renováveis, centrais para combater a mudança climática, a poluição do ar, a escassez de recursos, e garantir a segurança energética, é paradigmático. O papel ativo do setor público em lidar com os investimentos em energias renováveis pode ser visto, com uma nova missão relacionada com a economia verde (MAZZUCATO; PENNA, 2015). A elevada incerteza tecnológica e de mercado das indústrias verdes tende a afastar o capital de risco privado, o que dificulta o desenvolvimento destas indústrias unicamente através de forças de mercado (MAZZUCATO, 2014b; MAZZUCATO, 2015). Foi o Estado, através do seu papel empreendedor e tomador de risco, que promoveu certas tecnologias verdes, e.g. turbinas eólicas e painéis solares fotovoltaicos, através do financiamento de elevado risco para dar o empurrão inicial, bem como na promoção da difusão dessas tecnologias pela economia (MAZZUCATO, 2015).

No mundo, verifica-se que os novos investimentos em energia renováveis – nova capacidade e P&D, dos setores público e privado – apresentaram tendência ascendente, crescendo cerca de 80% entre 2009 e 2019 e alcançando a marca global de R\$ 301,7 bilhões nesse último ano, em que foi investido especialmente nas fontes eólica (47,3%) e solar (46,7%) (REN21, 2019; REN21, 2020). Nesse contexto, as políticas públicas relacionadas às energias e combustíveis renováveis estiveram presente em quase todos os países (REN21, 2019); e, muito do progresso na implantação de tecnologias de energias renováveis foi conseguido através de políticas governamentais na superação de barreiras econômicas, técnicas e institucionais (REN21, 2020).

Atentando para esses aspectos, o objetivo desse artigo é explorar as políticas de inovação *mission-oriented* para promoção da transição energética renovável, ressaltando aspectos relacionados com as justificativas, princípios essenciais e instrumentos de avaliação. O artigo propõe, dessa forma, uma revisão bibliográfica da literatura recente relacionada ao tema. Selecionou-se a bibliografia a partir da contribuição da economista Mariana Mazzucato, que introduz essas discussões em seu livro “O Estado Empreendedor” (MAZZUCATO, 2014b) e, posteriormente, desenvolve essas ideias em trabalhos subsequentes, além de outros autores da tradição evolucionária que enfatizam o papel do Estado na promoção de setores relacionados com as tecnologias de energias renováveis através de políticas de inovação *mission-oriented*.

Para tanto, além desta introdução, o artigo encontra-se dividido em quatro seções. Na seção 2, discutem-se as principais justificativas utilizadas para legitimar a condução de políticas de inovação, com ênfase nas políticas *mission-oriented* como guia dos processos de busca por soluções e inovações na direção verde. Na seção 3, abordam-se, teoricamente, os cinco princípios essenciais para que as políticas de inovação *mission-oriented* sejam bem sucedidas. Na seção 4, discute-se o problema de como avaliar o impacto dinâmico na criação de mercados a partir das políticas de inovação *mission-oriented*. E, por fim, são feitas algumas considerações finais.

2. Justificativas para políticas de inovação e a direção verde

A justificativa padrão para a intervenção política em atividades de inovação é baseada no argumento das “falhas de mercado”, de vertente neoclássica, conforme desenvolvido por Arrow (1962), que levam ao subinvestimento em P&D. O investimento em P&D abaixo do ideal é visto como consequência de imperfeições de mercado – e.g. o caráter de bem público de certas categorias de conhecimento, os potenciais efeitos de *spillover*, o curto horizonte de tempo aplicado pelos atores em suas decisões de investimento, etc. – e justifica tanto os subsídios públicos para o desenvolvimento do conhecimento básico quanto a formação de estruturas específicas de proteção e incentivo, como, por exemplo, um sistema de direitos de propriedade intelectual (WEBER;

ROHRACHER, 2012). Segundo essa perspectiva o Estado deve se concentrar em facilitar a iniciativa privada e otimizar o desempenho do mercado, simplesmente corrigindo a diferença entre o retorno social e o privado. Essa visão teórica dá ênfase, também, às “falhas governamentais”, o que cria um viés de inação e de manutenção do *status quo*.

Nelson e Winter (2005), em sua obra fundadora “Uma teoria evolucionária da mudança econômica”, publicada originalmente em 1982, afirmam que a concepção da função da produção e o modelo linear de inovação da teoria neoclássica representam uma abordagem equivocada para se entender a mudança tecnológica. Destaca-se dois pontos de crítica aos pressupostos do modelo neoclássico: a) a crítica à hipótese de racionalidade dos agentes econômicos, isto é, do comportamento otimizador global para o conjunto de todas as alternativas disponíveis, por conta do fator de incerteza fundamental das decisões em relação ao futuro, especialmente no que tange a mudança tecnológica; e b) a crítica à hipótese de equilíbrio, que é uma suposição necessária para que o modelo de comportamento otimizador funcione, posto que o problema de como surge o ponto de equilíbrio não pode ser formulada sem pressupostos *ad hoc* (NELSON; WINTER, 2005). A discussão de falhas de mercado da teoria neoclássica, conforme argumentam Nelson e Winter (2005), se baseia nas condições de equilíbrio de sistemas de mercado estilizados, que definem um ponto de “ótimo” e uma estrutura institucional para atingi-lo. Nesse sentido, conclui-se que uma análise de política baseada na simples apresentação de falhas de mercado não é adequada.

Adicionalmente, no tocante ao debate atual em torno dos problemas ambientais, em específico, verifica-se excessiva ênfase dada pela teoria neoclássica nas externalidades negativas, a imperfeição que faz com que os preços de mercado das tecnologias sujas sejam enviesados, isto é, não refletem todos os custos sociais das emissões de gases estufa, implicando que o mercado não provê incentivos baseados em custos para a transição para tecnologias verdes. Entende-se que essa visão, que justifica a utilização de políticas como impostos de carbono, é inadequada. Segundo Mazzucato e Perez (2015, p. 15), “*No amount of price signals would have created the Internet, just as today a carbon tax or an emissions market would be crucial but not sufficient to get clean tech going*”; e, similarmente, Mathews e Reinert (2014, p. 20) afirmam que “*We are doubtful that railroads were successful because of taxes imposed on canals, or that word processors triumphed because of taxes on typewriters.*” Nesse sentido, a simples correção dos preços relativos não são suficientes para promover e guiar as transformações tecnológicas radicais (MATHEWS, 2018).

Partindo de suas críticas à teoria neoclássica, Nelson e Winter (2005) argumentam por uma “teoria evolucionária” da mudança econômica para abrir a “caixa-preta” da inovação. Nessa visão teórica, a inovação é entendida como inerentemente incerta, de modo que os agentes adotam padrões de comportamento regulares, baseado em “rotinas”, na tomada de decisões em relação a um futuro imprevisível nos seus resultados (NELSON; WINTER, 2005). Ademais, a economia é vista como um sistema em permanente desequilíbrio, que combina, por um lado, um processo de busca incessante por inovações,

isto é, por fontes de diferenciação, baseado em competências e rotinas específicas de cada empresa; e, por outro, um processo de seleção no ambiente competitivo, que definem quais empresas sobrevivem e quais são expulsas do mercado (NELSON; WINTER, 2005). Os resultados da interação dinâmica entre esses dois processos geram um movimento que não pode ser explicado por um simples ajuste ao equilíbrio, mas sim por uma perspectiva evolucionária. A partir da contribuição central de Nelson e Winter (2005), houve importantes desdobramentos na tradição evolucionária, como a discussão dos sistemas de inovação e das políticas de inovação *mission-oriented*.

A abordagem de sistema de inovação considera a inovação como processos dinâmicos, interativos e sistêmicos. Essa perspectiva teve como seus pioneiros as contribuições de Lundvall (1992), Nelson (1993) e Freeman (1995). A partir das contribuições desses e de outros autores evolucionários, foram realizadas três reformulações importantes: a) o conhecimento científico é entendido não mais como um bem público global, reconhecendo-se que existem elementos que dificultam sua transferência, como os conhecimentos tácitos (LUNDVALL; JOHNSON, 2016) e os diferentes graus de apropriabilidade privada (DOSI, 1988); b) a capacidade de absorção, que requer habilidades prévias com pesquisa e aplicação de conhecimento relacionado, é necessária para reconhecer, assimilar e aplicar comercialmente informações e conhecimentos externos (COHEN; LEVINTHAL, 1990); e c) a mudança técnica é entendida como processo cumulativo e *path dependent* (DOSI, 1982; ARTHUR, 1989).

Em seu foco nacional, o conceito de sistema de inovação é utilizado para identificar diferenças entre países, nas configurações de organizações relacionadas com a geração e utilização do conhecimento científico. Os diferentes arranjos institucionais incluem os sistemas de pesquisa e treinamento universitário e P&D industrial, as instituições financeiras, as habilidades administrativas, a infraestrutura pública e as políticas monetárias, fiscais e comerciais nacionais. Em particular, admite-se que algumas configurações de sistema nacional de inovação (SNI) podem ser mais efetivas do que outras, o que explicaria as diferenças de desempenho ou competitividade entre os países (SCHOT; STEINMUELLER, 2018). Essa perspectiva implica que alguns países podem sofrer de “falhas sistêmicas” – de infraestrutura física e de conhecimento, institucional formal e informal, de interação ou formação de redes, e de capacidades ou competências (WEBER; ROHRACHER, 2012) – justificando a atuação do setor público para resolvê-las (SCHOT; STEINMUELLER, 2018).

Schot e Steinmuller (2018) apontam que, enquanto a teoria das falhas de mercado apresenta recomendações de políticas focadas apenas no P&D, a abordagem de sistemas de inovação argumenta que também é importante observar como os resultados dos esforços de pesquisa são usados e absorvidos pela economia. Essa justificativa destaca a participação do Estado na construção de um SNI adequado para preservar ou aumentar o nível de competitividade das firmas nacionais e promover crescimento econômico, com políticas focadas mais nos processos de aprendizado interativo, de acumulação de capacidades de absorção e adaptação, e de cooperação entre os diversos atores do sistema

(nacional, regional e setorial) e menos, apenas, na pesquisa básica (SCHOT; STEINMUELLER, 2018). Os governos nacionais, além de se comprometerem com a pesquisa e outras atividades em universidades ou laboratórios públicos destinadas a ajudar a indústria, também dedicam apoio a certas indústrias ou grupos de indústrias em áreas consideradas chave (NELSON, 1993).

Ainda que essas duas estruturas sejam muito diferentes em relação à compreensão do processo inovativo e do papel do Estado, Mazzucato (2014b) argumenta que ambas estão estruturadas em termos de diferentes categorias de “falhas” – sejam de mercado, sejam sistêmicas – que o Estado corrige. Até mesmo na abordagem de sistema de inovação, ainda que esteja fundamentada em um tratamento teórico-analítico mais apropriado do funcionamento do processo inovativo do que o modelo linear neoclássico, o Estado atua principalmente corrigindo falhas e, dessa forma, “facilitando” a inovação por meio da “criação de condições” adequadas ao processo inovativo (MAZZUCATO, 2014b). Fagerberg (2018b) argumenta que, ao invés de enfatizar as falhas a serem corrigidas – ainda existam e sejam essenciais para as iniciativas governamentais –, que se mude o foco para o que o Estado pode ativamente alcançar.

Ademais, Mazzucato (2014b) sugere que, na condução de políticas de inovação, deve-se dar particular atenção para o papel exato de cada ator no “cenário de risco” do processo inovativo. Dessa forma, na perspectiva de políticas de inovação *mission-oriented*, busca-se destacar o papel ativo e empreendedor do Estado no desenvolvimento de novas tecnologias, indo além de, por exemplo, financiar a pesquisa básica e construir uma infraestrutura de apoio para as atividades do setor privado, e realizando investimentos públicos nos estágios iniciais e mais arriscados de novas tecnologias (MAZZUCATO, 2014b). Isto é, nessa visão, ressalta-se o papel do Estado como o principal investidor e tomador de riscos, inclusive nas áreas que o capital de risco do setor privado evita. Não se propõe, entretanto, o abandono da abordagem de sistemas de inovação; pelo contrário, Mazzucato (2014b) argumenta que, para entender o papel do Estado ao assumir riscos, é necessário reconhecer o caráter “sistêmico” do processo inovativo, de maneira que a literatura dos sistemas de inovação é especialmente relevante.

A perspectiva das políticas *mission-oriented*, que também segue a tradição evolucionária (MAZZUCATO, 2016), muda o foco para uma atuação do Estado através da criação de mercados, em detrimento de apenas consertar suas falhas (MAZZUCATO, 2014b). Essa abordagem enfatiza a “direção” das inovações através de políticas que incluam explicitamente direções para as transformações tecnológicas; isto é, não apenas como reação passiva às falhas de mercado, mas como escolha ativa de alcançar certos objetivos (MAZZUCATO, 2016). As experiências *mission-oriented* históricas, como os projetos estadunidenses Manhattan e Apollo, promoveram um direcionamento para as inovações e foram bem sucedidas não apenas em alcançar suas missões principais, mas também em gerar uma grande variedade de inovações radicais que beneficiaram o crescimento econômico por décadas: “*Behind the investments that led to key technological*

revolutions’ and ‘general-purpose technologies’ was the active hand of the state” (MAZZUCATO, 2014a, p. 11).

Há, inclusive, uma mudança no vocabulário: abandonam-se termos como “consertar”, “facilitar” e “regular”, que criam uma narrativa de um Estado passivo; e adota-se uma narrativa em que o Estado procura “direcionar” o processo inovação e “investir” em áreas de alto risco, ao invés de evitar ou terceirizar incertezas. A razão para essa mudança é a percepção de que muitas das inovações radicais, que promoveram o dinamismo do sistema capitalista – e.g. ferrovias, *internet*, nanotecnologia, todas as tecnologias-chave do *iPhone*, e tecnologias relacionadas com energias renováveis, e.g. turbinas eólicas e células solares –, tiveram investimentos empreendedores do Estado em toda a cadeia de inovação, financiamento nos estágios iniciais para firmas inovadoras e políticas de compras públicas, que permitiram ganhos de escala (MAZZUCATO, 2014b; KATTEL *et al.*, 2018).

O argumento central de Mazzucato (2014b) é de que o Estado promoveu inovações as quais, deixadas a cargo dos mecanismos mercado somente, não teriam ocorrido. Superasse, dessa forma, a ideia de que a inovação e o dinamismo ocorrem apenas dentro das firmas privadas. Essa é uma visão que coloca o Estado como ator empreendedor no sistema de inovação (MAZZUCATO, 2014b), isto é, que toma decisões de assumir riscos intrínsecos à atividade inovativa e à criação de novos mercados.

Os investimentos em inovação são apostas sobre o futuro, assim sendo, muitas dessas resultam, inevitavelmente, em fracassos. Novas possibilidades ainda desconhecidas e não testadas tornam necessário um grande esforço de experimentação para identificar direções e novas indústrias líderes; isso implica possibilidade de becos sem saída, má alocação e perda de boa parte dos investimentos (PEREZ, 2013b). E mais, essas são apostas que sofrem de uma incerteza fundamental irreduzível, de tipo *knightiano* (KNIGHT, 2012), o que significa que não se pode calcular *a priori* as suas probabilidades de sucesso ou de fracasso. Entretanto, a inovação não resulta de pura sorte, pelo contrário: seu sucesso pode ser determinado pelo comprometimento estratégico de longo prazo (MAZZUCATO, 2013).

Nas fases iniciais de uma tecnologia, como no caso das energias renováveis, essa incerteza fundamental com relação ao seu desenvolvimento e utilização em larga escala é bastante elevada, tendendo a afastar, até mesmo, o capital de risco privado (MAZZUCATO; PEREZ, 2015). No financiamento, em específico, o papel do Estado é atuar em áreas em que o próprio capital privado não atua, fornecendo capital “paciente” e dando suporte à transição, de maneira consistente, ao longo de todo o processo: no desenvolvimento do conhecimento científico, na aplicação prática, na demonstração e na comercialização (MAZZUCATO; PENNA, 2015; MAZZUCATO; PEREZ, 2015). Essa é, essencialmente, uma justificativa keynesiana: *“The important thing for government is not to do things which individuals are doing already, and to do them a little better or a little*

worse; but to do those things which at present are not done at all” (KEYNES, 2010, p. 291).

As oportunidades tecnológicas são um dos principais motores do investimento em inovação e estão, direta e fortemente, correlacionadas com investimentos públicos, em áreas de alta intensidade de capital e elevado risco; a promoção dessas oportunidades, portanto, constitui uma forte justificativa para que o Estado realize esse tipo de investimento (MAZZUCATO, 2014a; MAZZUCATO; PEREZ, 2015). Na prática, a promoção dessas oportunidades envolve a realização direta, por parte do Estado, de P&D de alto risco, além da formulação de um ambiente tributário, regulatório, de preços, de demanda, etc., que favoreçam a viabilidade econômica e a lucratividade de novas tecnologias que colaborem para a superação de problemas comuns (MAZZUCATO; PEREZ, 2015). Desse ponto de vista, o Estado é entendido como um parceiro-chave para o setor privado: é, em geral, um parceiro disposto a assumir riscos, os quais as firmas privadas evitam; que promove revoluções tecnológicas e cria mercados que não teriam ocorrido de outra forma; e que, no processo, contribuem para aumentar a audácia do setor privado (MAZZUCATO, 2014b).

É crescente a percepção, por parte dos formuladores de políticas, de que os grandes problemas sociais – e.g. transição energética renovável – requerem inovações radicais e mudanças de trajetórias em múltiplos setores (KATTEL *et al.*, 2018). Para Lee e Mathews (2015), a inovação tecnológica é o caminho menos controverso para combater a insustentabilidade do atual paradigma, fortemente baseado em combustíveis fósseis, quando comparado com soluções eticamente complicadas, como redução do crescimento populacional e decrescimento econômico – este último, especialmente delicado nos países em desenvolvimento. Para tal, o Estado precisa comandar o processo de mudança tecnológica, direcionando estrategicamente o avanço em áreas prioritárias, como as energias renováveis (MAZZUCATO, 2014b). A intervenção do Estado, através de políticas de inovação verdes, portanto, pode ser crucial na mobilização de redes, envolvendo institutos de pesquisa, universidades, agências governamentais, bancos de investimento e empresas privadas – isto é, do sistema nacional de inovação – para a promoção e a aceleração da mudança estrutural necessária para realizar a transição em direção de uma economia de baixo carbono. Sem o comprometimento político de longo prazo, é provável que as energias renováveis se tornem uma oportunidade perdida para muitos países (MAZZUCATO, 2015).

3. Princípios essenciais das políticas *mission-oriented*

A justificativa teórica para políticas de inovação que visam a promoção de inovações verdes é forte. Sendo essas políticas uma importante função do Estado, o debate não deve ser focado em *se* elas devem ou não existir, mas sim em *como* conduzi-las de maneira melhor (RODRIK, 2014). O desafio, portanto, é providenciar bons modelos de políticas

públicas que, efetivamente, promovam inovações com o propósito de realizar a transição energética. Nesse sentido, com base na literatura recente, foram elencados cinco princípios essenciais, intimamente relacionados entre si, para conduzir as políticas de inovação *mission-oriented*.

3.1. Definir uma missão

Destaca-se, em primeiro lugar, a necessidade de estabelecer um objetivo claro, de longo prazo, envolvendo um grande desafio a ser solucionado através de inovações radicais e de alto impacto. A definição de missões envolve a escolha estratégica da direção concreta em que se busca transformar a sociedade, através da identificação de grandes problemas sociais, que demandam o desenvolvimento de soluções tecnológicas em diversos setores (MAZZUCATO, 2018). Nesse mesmo sentido, Kemp e Never (2017) destacam o papel ativo do governo na mobilização de recursos e interesses para orientar a mudança tecnológica em direções desejadas, como as tecnologias verdes, afetando as decisões de investimento privadas nessas tecnologias. A construção de uma missão deve ocorrer de maneira aberta, transparente e que corresponda às oportunidades que se encontram em aberto, para funcionar como um mecanismo de coordenação entre os atores de diferentes níveis da sociedade (os formuladores de políticas, as firmas privadas, a população, etc.) para proporcionar sinergia e evitar antagonismo (FAGERBERG, 2018b). Além disso, uma política de inovação *mission-oriented* deve ser estável ao longo do tempo, de forma a diminuir o impacto de fatores como a incerteza e a inconsistência nas políticas e na disponibilidade de financiamento (BUSCH *et al.*, 2018).

Cumprir “missões” requer relações dinâmicas entre os diferentes atores do sistema, públicos e privados, na criação de novas tecnologias e setores, o que implica que o Estado precisa ser capaz de implementar a política de inovação através da coordenação dos interesses, por meio do poder de convocação e intermediação estatal e pelo uso de instrumentos direcionados de política (MAZZUCATO, 2018). Entretanto, como se dão essas interações entre o Estado e a indústria importa, de forma que é preciso evitar que interesses particulares determinem um mau direcionamento das intervenções (BUSCH *et al.*, 2018), sendo a transparência e a prestação de contas essenciais para evitar que interesses estabelecidos não obstruam a emergência de inovadores mais produtivos (RODRIK, 2014). Ao mesmo tempo, deve-se compreender o inerente risco de promover projetos que resultem em fracassos, dado o caráter incerto da inovação. Também por esse motivo, as missões a serem buscadas devem ter em vista o bem social e serem, democraticamente, estabelecidas, e as instituições governamentais que as implementem devem prestar contas e serem responsáveis, de forma que a missão possua elevado apoio popular (BUSCH *et al.*, 2018).

A incapacidade de escolher vencedores, devido à óbvia falta de onisciência dos formuladores de políticas, é comumente usada como argumento para deixar as decisões sobre a trajetória tecnológica para o mercado (FAGERBERG, 2018a). Entretanto, não há evidência de que o mercado seja mais capaz em separar os vencedores dos perdedores, *ex ante*, do que o Estado (LIU; LIANG, 2013). Essa preocupação também ignora que escolhas sempre foram feitas, e que essas escolhas deram origem a novos setores, desde a *internet* até os desenvolvimentos recentes em nanotecnologia e tecnologias verdes (MAZZUCATO, 2014a).

Para Fagerberg (2018b), a grande aceitação do objetivo de longo prazo de transformar a economia para incorporar o conceito de sustentabilidade representa uma “oportunidade de ouro” para os formuladores de políticas definirem uma direção clara para a trajetória tecnológica, influenciando as expectativas das firmas e, assim, diminuindo as incertezas com relação ao futuro. Com relação ao longo caminho a ser trilhado para superar a dependência de combustíveis fósseis e práticas nocivas ao meio ambiente, essa é uma missão ambiciosa e mergulhada em riscos e fortes incertezas. Nesse sentido, o estabelecimento de objetivos sustentáveis de longo prazo reduzem as incertezas e criam um ambiente positivo para o investimento em processos e tecnologias verdes.

Nesse percurso, um grave problema a ser enfrentado é o interesse estabelecido das indústrias baseadas em combustíveis fósseis, importante força de resistência à mudança que pode obstruir a transição energética. Quando se trata de políticas de inovação para transição sustentável, Kivimaa e Kern (2016) argumentam que, do conceito de “destruição criadora” (SCHUMPETER, 2017), existe grande ênfase na parte “criadora” do novo e pouca na “destruição” (ou retirada de apoio) do velho. Tratando-se da urgência imposta pela questão climática, Kivimaa e Kern (2016) chamam atenção para uma participação do Estado não apenas na geração de inovações na direção desejada, mas na “desestabilização” dos sistemas estabelecidos, para acelerar o ritmo da transição. Entretanto, como as soluções tecnológicas para combater a mudança climática envolvem a substituição de parte das tecnologias existentes, existem consequências distributivas, o que complica o componente “político” dessas políticas (MOWERY *et al.*, 2010). De qualquer forma, vale destacar que uma política de inovação que busque promover a transição para uma economia verde deve ser direcionada, e não genérica, isto é, deve focar na desestabilização do *carbon lock-in*, indo além da simples internalização de externalidades e da correção dos preços.

3.2. Promover um portfólio de soluções

Como as ações do Estado criam e formam mercados, as iniciativas governamentais podem ser direcionadas para realizar a transição energética renovável, aumentando as

expectativas dessa direção tecnológica institucionalizando os objetivos e recompensando os atores que colaborem para alcançá-los (BUSCH *et al.*, 2018). Numa situação de retornos crescentes, segundo Arthur (1994), uma autoridade central pode influenciar a adoção e experimentação em caminhos tecnológicos promissores, porém menos populares. Entretanto, como os retornos futuros de uma tecnologia são difíceis de serem determinados – o autor cita como exemplo a própria energia solar –, o Estado pode se ver em uma situação onde há diversas opções para se apostar (*multi-armed bandit problem*), e em que sucessos nas fases iniciais de um caminho pode levar ao abandono dos outros – mantendo a possibilidade de *lock-in* em trajetórias sub-ótimas (ARTHUR, 1994).

Uma política de inovação efetiva, entretanto, deve colocar ênfase na experimentação e exploração, particularmente nos estágios iniciais de uma tecnologia, permitindo que diferentes abordagens para a solução do problema selecionado co-evoluam e concorram entre si (EDLER; FAGERBERG, 2017; MOWERY *et al.*, 2010). Dada a incerteza do processo inovativo, entende-se que não é razoável investir em um conjunto limitado de tecnologias e, assim, “escolher vencedores”; mas, alternativamente, definir objetivos estratégicos de longo prazo que permitam que os “vencedores” emergjam dos processos de experimentação. Ao elencar fatores importantes na procura de novas trajetórias, Dosi (1982, p. 160) argumenta que intervenção deve permitir “*a hundred flowers to blossom and a hundred schools to compete*”.

O ponto central das políticas de inovação *mission-oriented*, portanto, não é prescrever tecnologias específicas e colocar o Estado para microgerenciar o processo “de cima para baixo” (*top-down*), mas fornecer instruções de mudança em torno das quais múltiplas soluções “de baixo para cima” (*bottom-up*) podem, então, ser experimentadas. Muito *top-down* pode sufocar a inovação, ao passo que muito *bottom-up* pode torná-la dispersa e de pouco impacto (KATTEL *et al.*, 2018). Os instrumentos de política servem para definir “corredores” onde o desenvolvimento é aceitável, isto é, dentro dos quais as forças *bottom-up* de inovação, produção e consumo podem operar (WEBER; ROHRACHER, 2012). Desse modo, a direção definida por uma missão não é a especificação de como o problema será solucionado, mas sim o estímulo para o desenvolvimento de um conjunto de diferentes soluções tecnológicas para atingir o objetivo estabelecido (KATTEL *et al.*, 2018). Isto é, ao invés de escolher tecnologias específicas, deve-se estimular atividades inovativas que contribuam para a direção desejada do desenvolvimento tecnológico.

O Estado precisa ser capaz de apoiar um “portfólio” de soluções tecnológicas, aliando, de um lado, o espaço para eventuais fracassos – inevitáveis, pela própria incerteza fundamental inerente, implicando num fardo de ser o “primeiro a chegar” –, e de outro, a prontidão para cessar o apoio a projetos que falhem em alcançar objetivos estabelecidos, ou que se mostrarem menos promissores do que inicialmente esperado (BUSCH *et al.*, 2018), ou, como coloca Rodrik (2014, p. 485), “*carrots must be matched by sticks*”. É importante, entretanto, que um experimento não seja abortado

prematuramente, antes que conclusões robustas sejam obtidas (EDLER; FAGERBERG, 2017).

Essa observação é importante, particularmente, para tecnologias energéticas: o registro histórico mostra que todas essas tecnologias precisaram e receberam apoio de longo prazo por parte do Estado e, dessa forma, passaram por longos períodos de desenvolvimento, para se tornarem capacitados a competir com a tecnologia estabelecida (MAZZUCATO, 2014b). Tecnologias verdes, com frequência, não conseguem ser imediatamente lucrativas, da mesma forma que muitas das tecnologias de informação e comunicação não eram na gênese do atual paradigma tecno-econômico (PEREZ, 2013a). Isso implica que o suporte do Estado às tecnologias verdes deve ser mantido até que a vantagem do custo afundado das tecnologias sujas estabelecidas seja superada (MAZZUCATO, 2015), sendo que, em muitos casos, esse custo afundado tem séculos de duração (UNRUH, 2000).

3.3. Conduzir as políticas holisticamente

Dada a complexidade do processo inovativo, é necessário a utilização de diversos instrumentos de política com objetivo de proporcionar direção às inovações, o que requer capacidade de coordenar as políticas de inovação com iniciativas setoriais específicas (e.g. transporte e energia) e medidas transversais (e.g. macroeconômica e tributária) (WEBER; ROHRACHER, 2012). Um aspecto importante das políticas de inovação *mission-oriented* é que, como o foco é a criação e formação de mercados em detrimento de apenas “consertá-los”, os investimentos públicos devem ser realizados ao longo de toda a cadeia de inovação, não apenas em pesquisa básica (MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2018), aliando instrumentos de oferta com instrumentos de demanda (MAZZUCATO, 2014a; MAZZUCATO, 2014b). Isto é o que Fagerberg (2018b) chama política “holística”: considerar não alguns, mas todos os fatores que influenciam as inovações.

Essa perspectiva ampla, que inclui todo o processo da criação de novos conhecimentos até a sua difusão, implementação e exploração comercial, é particularmente importante no contexto de transição para uma economia de baixo carbono, onde as mudanças devem acontecer na prática, e as alternativas devem ter adoção generalizada (MOWERY *et al.*, 2010). Chama-se atenção para as complementariedades entre os processos de desenvolvimento, implementação e contínua melhoria das tecnologias, relacionadas com energias renováveis frente ao *carbon lock-in*: posto que são implementadas como substitutas às existentes, que inicialmente podem ser mais confiável e/ou menos custosa, existe uma forte justificativa para o apoio do Estado nos estágios iniciais de implementação e demonstração da viabilidade para algumas dessas tecnologias (MOWERY *et al.*, 2010).

Mazzucato (2015) afirma que a transformação do sistema energético exige políticas tanto pelo lado da demanda – influenciando a estrutura e o funcionamento dos mercados –, quanto pelo lado da oferta – influenciando o investimento das firmas que contribuem na transição para setores de tecnologia verde. Políticas de demanda promove as tecnologias de energias renováveis de maneira indireta, via mudanças na demanda dos consumidores, que estimulam o desenvolvimento de inovações (MAZZUCATO, 2015); incluem regulação ambiental, compras públicas, apoio à demanda privada e outras políticas que afetem os padrões de consumo de energia, metas de emissão e intensidade energética, imposto de carbono, leilões de energia e *net metering*. Políticas de oferta, por outro lado, apoiam, diretamente, o desenvolvimento de tecnologias, complementando e fornecendo “soluções” para as políticas de demanda (MAZZUCATO, 2015); incluem créditos tributários, subsídios, empréstimos, subvenções ou outros benefícios monetários para tecnologias específicas, esquemas favoráveis de preços como *feed-in tariffs*, contratos de P&D e financiamento “paciente” para descoberta e desenvolvimento de inovações.

A extensa utilização de instrumentos de demanda se mostra importante (FAGERBERG, 2018a), em particular na criação de mercados e sinalização do potencial de mercados futuros para as tecnologias, estimulando maiores atividades do setor privado, posto que este possui tendência de só investir quando as oportunidades claras estão à vista (MAZZUCATO, 2014a; MAZZUCATO, 2014b). O Estado, enquanto grande investidor, pode utilizar-se de mecanismos de compras públicas *innovation-oriented* para estimular, pelo lado da demanda, o avanço de novas soluções (WEBER; ROHRACHER, 2012).

Nas fases iniciais de uma revolução tecnológica, um importante instrumento para os formuladores de políticas é a criação e suporte de um nicho de mercado para promover o desenvolvimento de uma inovação com propósito específico, aumentando sua viabilidade econômica através de melhorias de desempenho e redução de custos através do aprendizado e das economias de escala (FAGERBERG, 2018a; FAGERBERG, 2018b). Mathews e Reinert (2014) dão ênfase à expansão de mercado como a opção preferida de política por conta dos retornos crescentes, que originam um processo de causalção circular cumulativo de expansão de riqueza. Através de políticas como estabelecimentos de padrões para compras públicas e *feed-in tariffs*, Busch *et al.* (2018) argumentam que o Estado pode estabelecer mercados de nicho para as energias renováveis, assim como facilitar a sua ampliação para mercados de massa.

3.4. Investir e estimular o investimento

As políticas relacionadas com os investimentos e financiamento em inovações, pelo lado da oferta, merecem destaque. Apesar da tendência crescente dos investimentos em

energias renováveis, Mazzucato e Semieniuk (2018) argumentam que um importante problema na transição energética é a obtenção de financiamento suficiente. Entende-se que, por conta de gargalos no financiamento das inovações em energias renováveis, não há progresso suficiente na substituição dos combustíveis fósseis por fontes renováveis. Segundo Mazzucato e Semieniuk (2017), financiar as inovações em energias renováveis é, especialmente, difícil para atores privados, por conta da competição com os estabelecidos combustíveis fósseis. Dado o caráter de busca por retornos de curto prazo do financiamento privado, um importante papel a ser desempenhado pelo setor público é a provisão de financiamento “paciente” e de longo prazo, além da disposição de investir em áreas de elevado risco e incerteza (MAZZUCATO, 2018).

Para uma transição energética efetiva, são necessários tanto os investimentos públicos quanto os privados (SEMIENIUK; MAZZUCATO, 2019). O estudo empírico realizado por Mazzucato e Semieniuk (2018), que reuniu dados para mais de 160 países entre 2006 e 2014 – excluindo a China, que possui elevada uma proporção de empresas estatais –, mostrou que ao nível global o Estado desempenha um papel crescente no financiamento do total de investimento: os investimentos públicos em tecnologias renováveis apresentaram um crescimento de 230%, enquanto, os privados caíram 12%. Além disso, os investimentos públicos apresentaram maior apetite por risco, direcionando recursos para o financiamento de tecnologias e mercados relativamente mais arriscados¹ (SEMIENIUK; MAZZUCATO, 2019).

A análise de Rhodes *et al.* (2014), por sua vez, mostra que o investimento público do grupo de países da *International Energy Agency* (IEA) em Pesquisa, Desenvolvimento e Demonstração (PD&D) nas energias renováveis e na eficiência energética cresceu entre 2000 e 2011, ao passo que a maior parte do investimento privado em P&D concentrou-se em combustíveis fósseis, com modesto crescimento no setor das energias renováveis. Isso pode sugerir que o investimento privado tende a reforçar o *carbon lock-in*, gerando melhorias incrementais em trajetórias bem conhecidas e retardando a substituição por tecnologias verdes; enquanto, o investimento público busca novas alternativas e pavimenta uma nova, e ainda bastante incerta, trajetória tecnológica.

Através de investimentos estratégicos em toda a cadeia de inovação – de forma direta, e.g. através de bancos de desenvolvimento, e não indiretamente através de incentivos ao investimento privado (SEMIENIUK; MAZZUCATO, 2019) –, o Estado tem capacidade de determinar a direção do crescimento econômico, criando ativamente novos mercados e, também, atuando sobre as expectativas privadas acerca das oportunidades futuras de crescimento (MAZZUCATO, 2018). Dessa forma, argumenta-se por menos políticas de

¹ O risco foi calculado com base no risco tecnológico, que compreende o conhecimento relacionado com a frequência e severidade das falhas técnicas, e no risco de mercado, estimado através dos custos das tecnologias, assumindo que uma diferença nos custos favorece a captação de maior participação de mercado pela tecnologia mais barata, por consequência, possuindo um menor nível de risco de mercado.

subsídios e mais políticas focadas em recompensar investimentos e inovações, que tenham sucesso em resolver problemas e satisfazer as necessidades estabelecidas.

Mazzucato (2018) argumenta ainda que, ao longo da história, o “capital de risco” privado só entrou em muitas indústrias após décadas de investimentos públicos, em pontos nos quais as tecnologias já estavam bem estabelecidas. No caso das energias renováveis, em específico, os resultados compilados em Mazzucato e Semieniuk (2018) evidenciam que os investimentos públicos possuem impacto positivo nos investimentos privados. Evidências sugerem, ainda, que o efeito multiplicador dos gastos públicos é maior quando o investimento é direcionado – e.g. TIC, nos anos 1980-90, e tecnologias verdes, atualmente (MAZZUCATO, 2014a) – posto que esses investimentos visam a mudança estrutural em múltiplos setores numa nova e mais produtiva direção, *crowding-in* o investimento privado, inclusive em P&D (KATTEL *et al.*, 2018). Evidências para o período 2009-2011, sugerem, ainda, que o maior risco tomado por parte do setor privado pode estar, em parte, relacionado com o estímulo governamental no período (MAZZUCATO; SEMIENIUK, 2018).

Além disso, assim como todos os produtos manufaturados, as tecnologias renováveis, como os módulos solares fotovoltaicos e turbinas eólicas, estão sujeitas a uma curva de aprendizado, implicando custos declinantes, na medida que mais experiência é acumulada. Uma vez que o potencial dos retornos crescentes presentes nos investimentos em energias renováveis fique claro – e.g. através da atuação do Estado –, pode-se esperar que o investimento flua das energias fósseis para as renováveis. Esse fenômeno tem potencial de promover uma expansão autossustentada e alimentada pelos retornos crescentes, iniciando uma transição energética e superando o *carbon lock-in* (MATHEWS; REINERT, 2014).

Os bancos de desenvolvimento, em particular, são uma fonte de crescente importância no financiamento público estratégico. A própria estrutura institucional dos bancos de desenvolvimento os tornam as agências públicas mais apropriadas para lidar com os grandes desafios, por diversos motivos: a) o fato de serem instituições bancárias permite avaliar a viabilidade econômica de projetos; b) tradicionalmente, ofertam financiamento “paciente” de longo prazo, o que é crucial para tornar novos projetos *mission-oriented* viáveis; c) o vasto portfólio de ferramentas de financiamento que esses bancos têm a disposição permite que possam combinar os projetos de inovação (incremental ou radical), com instrumentos mais adequados; d) as instituições bancárias estão bem posicionadas para coordenar as partes interessadas e estabelecer relacionamentos entre diversos atores (governo, empresas e consumidores); e e) por fim, historicamente, executam um papel de coordenação com outras políticas públicas, o que é crucial para alcançar as novas missões (MAZZUCATO; PENNA, 2015). Ademais, o papel dos bancos de desenvolvimento vai além de simplesmente financiar projetos, podendo definir condições para acesso ao capital, com objetivo de promover a criação de valor social e econômico para seus países (MAZZUCATO, 2015).

3.5. Incorporar o aprendizado institucional

Um importante fator na organização do Estado, para conduzir com sucesso as políticas de inovação *mission-oriented* – de forma geral, não apenas nas políticas que visem promover a transição energética renovável –, é o aprendizado institucional, ou seja, o processo de investimento, exploração e descoberta das características que as agências governamentais devem possuir para lidar com a incerteza envolvida nos processos inovativos, radical e incremental (MAZZUCATO, 2018). É necessário inovações não apenas na economia, mas também na governança (EDLER; FAGERBERG, 2017), através da capacidade de aprendizado na condução de políticas (FAGERBERG, 2018b). Mais do que uma simples lista de instrumentos de políticas, a política de inovação verde deve ser conduzida como um “processo de descoberta”, em que o Estado aprende onde as limitações e as oportunidades se encontram e busca utilizar esse conhecimento para responder de forma adequada (RODRIK, 2014).

O caráter de longo prazo dos objetivos e as limitações na governança, impostas pela complexidade e incerteza inerente à inovação, tornam necessário o processo contínuo de monitoramento, antecipação e aprendizado; o estabelecimento de políticas adaptativas, que mantenham opções em aberto e permitam desenvolvimentos paralelos, são necessárias para ser possível lidar com a incerteza (WEBER; ROHRACHER, 2012). Nesse mesmo sentido, Busch *et al.* (2018) argumentam que as políticas *mission-oriented* devem ser adaptativas às mudanças nos ambientes sociais e técnicos, incorporando processos contínuos de aprendizado no desenho e na condução de políticas. A adaptabilidade das políticas é essencial para enfrentar novas circunstâncias de mercado e tecnologias, bem como para resolver novos problemas que surgem na transição, sem que haja a perda do senso de direção (KEMP; NEVER, 2017).

Esta abordagem é crucial para decisões políticas robustas em um mundo profundamente incerto, como é o caso das transformações em direção a uma economia de baixo carbono (BUSCH *et al.*, 2018). Dessa forma, no contexto da transição energética renovável, a formulação de políticas adaptativas deve envolver uma combinação complexa de políticas, conforme argumentado anteriormente neste artigo, e que estas devem evoluir ao longo do tempo, para dar conta da evolução dos próprios sistemas que elas buscam governar. A incorporação da aprendizagem na estrutura estratégica levaria a instrumentos que facilitam sua adaptação a novas informações, e.g. utilizando *feed-in tariffs* com cláusulas que diminuam progressivamente o apoio a determinada tecnologia conforme o crescimento da sua participação de mercado (BUSCH *et al.*, 2018).

4. Como avaliar políticas *mission-oriented*?

Se, por um lado, a perspectiva *mission-oriented* para políticas de inovação nos possibilita justificar missões ambiciosas, que buscam criar mercados ao invés de apenas consertar mercados existentes; por outro, ela impõe desafios relacionados a *como* avaliar os efeitos dessas políticas (KATTEL *et al.*, 2018). Há, portanto, uma pergunta em aberto – e que demanda mais pesquisa – em relação a como avaliar o impacto dinâmico da criação de mercados por parte dos investimentos do Estado (MAZZUCATO, 2018; KATTEL *et al.*, 2018). A inexistência desses indicadores, frequentemente, conduz a uma atuação que limita os investimentos às fronteiras estabelecidas (MAZZUCATO, 2014a). Nessa perspectiva, Mazzucato (2014b) alerta que nem sempre é fácil ligar os pontos entre as empresas e tecnologias dominantes e a atuação do Estado, mas que, ainda assim, fica claro que nenhuma empresa de tecnologia verde surgiu de uma simples “gênese de mercado”.

A abordagem de avaliação de políticas baseada na teoria das falhas de mercado, envolve a identificação das fontes dessas falhas e a utilização de políticas para consertá-las (MAZZUCATO, 2014a). Em geral, são baseadas em uma análise *ex ante* de custo-benefício estática – “todo o mais constante” – preocupada com a eficiência alocativa de recursos fixos, em um determinado ponto do tempo; a avaliação, após a intervenção, busca verificar se as estimativas estavam corretas e se a falha de mercado foi resolvida (KATTEL *et al.*, 2018). Essa abordagem justifica a atuação do Estado somente para consertar falhas de mercado, sob a condição de que a intervenção do Estado não resulte em “falhas governamentais”.

As políticas *mission-oriented*, por outro lado, buscam criar e formar novos mercados através de inovações, que envolvem o desenvolvimento de novas tecnologias, mudança da fronteira tecnológica, aumento da competitividade industrial e mudanças radicais nos preços e na disponibilidade de bens e serviços; dessa forma, envolvem eficiência dinâmica, isto é, o melhor uso de recursos para possibilitar mudança ao longo do tempo (KATTEL *et al.*, 2018). Quando ferramentas de eficiência alocativa são aplicadas em problemas de eficiência dinâmica – e.g. a descarbonização ao menor custo – suas análises são irrelevantes ou ativamente inúteis. Nessa linha, representam um exercício estático de avaliação de um processo intrinsecamente dinâmico, sistêmico e envolto em incertezas – e.g. estimações relacionadas com a existência de tecnologias ou com as características de mercados futuros podem ser impossíveis de ser operacionalizadas (MAZZUCATO, 2014a; KATTEL *et al.*, 2018).

A avaliação de políticas de inovação *mission-oriented*, por outro lado, devem considerar os aspectos de: a) incerteza fundamental: enfatizar, de forma explícita e transparente, as maneiras através das quais se lida com a incerteza, trazendo-a para o centro das considerações; b) *path dependence*: ser capaz de demonstrar que cada ação (ou inação) é compatível com a direção da mudança que se deseja implementar; c) desproporcionalidade entre causa e efeito: em sistemas complexos e não-lineares, um

pequeno esforço pode gerar grandes efeitos, o que implica que se deve identificar pontos de maior alavancagem, para garantir a custo-efetividade das intervenções; d) emergência: como em sistemas complexos as interações entre os componentes são importantes, é importante focar no melhor entendimento e avaliação dos efeitos coletivos e sistêmicos; e) ausência de um ponto de ótimo: a eficiência dinâmica não pode ser otimizada, isso implica que se devem priorizar políticas adaptativas, criando opções e permitindo revisões (KATTEL *et al.*, 2018).

Considerando esses pontos, Kattel *et al.* (2018) sugerem três instrumentos que podem ser importantes para auxiliar a análise de políticas *mission-oriented*: marcos intermediários, efeitos *spillover* e abordagem de portfólio. Numa política *mission-oriented*, é importante a definição de objetivos concretas, de forma com seja possível afirmar se a missão foi bem sucedida ou não. Por um lado, missões como levar o homem à Lua têm um fim bastante óbvio, o que torna mais fácil sua avaliação; por outro, os grandes problemas sociais da atualidade possuem fins menos óbvios, o que torna crucial o uso de marcos intermediários, para providenciar meios de observar o progresso em direção ao objetivo, possibilitando a avaliação contínua e reflexiva para saber se o sistema está se movendo na direção definida, e de permitir decisões adaptativas bem informadas e flexíveis (KATTEL *et al.*, 2018).

Todavia, mesmo quando marcos intermediários ou o próprio objetivo da missão não sejam alcançados, a missão pode, ainda, ser considerada bem sucedida – pelo menos, até certo ponto – se o processo produzir efeitos de *spillover* positivos e pervasivos em toda a economia. Portanto, medidas mais abrangentes de impactos interdisciplinares e intersetoriais devem ser adicionadas, para capturar o potencial da política de criar efeitos em diferentes setores e de alterar o nível de investimento e a trajetória de crescimento econômico (KATTEL *et al.*, 2018).

Enfim, conforme já argumentado, uma missão não é constituída por um projeto único, mas por um portfólio de múltiplas soluções, com foco em complementariedades e interações, evitando a duplicidade. Deve ser dada flexibilidade para se proporem uma variedade de soluções para alcançar os objetivos e marcos intermediários da missão, nutrindo a experimentação *bottom-up* e permitindo que ocorra aprendizado através de coleta e análise de lições e dados sobre os experimentos (KATTEL *et al.*, 2018). Sob essa ótica, as falhas são aceitas e entendidas como dispositivo de aprendizado, e as ferramentas e as métricas de avaliação devem ser construídas tendo em mente a experimentação e os inevitáveis fracassos (KATTEL *et al.*, 2018). O Estado deve, assim, acolher ao eventuais fracassos inevitáveis nos investimentos em inovações, e não temê-los (MAZZUCATO; PEREZ, 2015).

Tentar evitar a incerteza inerente ao processo inovativo pode resultar na seleção de projetos pouco inovativos para receber suporte – que, por conta do baixo risco, poderiam ter obtido suporte de outras fontes –, fazendo com que a política de inovação seja menos efetiva. Segundo Rodrik (2014), uma baixa taxa de falha de um programa pode indicar que

a política não é agressiva o suficiente, resultado da seleção de projetos pouco inovativos; dessa forma, o objetivo não deve ser minimizar a probabilidade de ocorrer falhas, mas minimizar o custo das falhas quando essas, invariavelmente, ocorrerem.

Um exemplo ilustrativo é o caso estadunidense. Na administração Obama, o governo realizou dois grandes empréstimos, um para a *Tesla* (veículos elétricos) de US\$ 465 milhões e outro para a *Solyndra* (células fotovoltaicas de diseleneto de cobre, índio e gálio) de US\$ 535 milhões; enquanto o primeiro é considerado um caso de grande sucesso, o segundo fracassou e foi utilizado pelos críticos como exemplo de como o Estado é incapaz de escolher vencedores (MAZZUCATO, 2014a). Entretanto, entende-se como inadequado julgar o programa por uma análise de custo-benefício: o caso da *Solyndra* é um fracasso devido à queda no preço do silício por conta de nova capacidade de produção chinesa (RODRIG, 2014), isto é, por um evento totalmente exógeno. Sugere-se, por outro lado, que esses investimentos sejam realizados em uma abordagem de portfólio, onde os inevitáveis fracassos, como a *Solyndra*, possam ser cobertos pelos eventuais sucessos, como a *Tesla*; isto é, nessa estrutura institucional, as políticas vencedoras fornecem “recompensas” suficientes para cobrir as perdas, e essas perdas são usadas como casos de aprendizado para melhorar políticas futuras (MAZZUCATO, 2014a).

Considerações finais

Esse artigo de revisão bibliográfica buscou explorar as questões relacionadas com a atuação do Estado orientadas para promoção da transição energética renovável. Essa visão ressalta a necessidade de um Estado forte, ativo e empreendedor para promover e guiar essa transição, através do que se chama políticas de inovação *mission-oriented*, com ampla justificativa teórica. Com base na literatura recente dessa perspectiva, e enfatizando problemas ambientais e as energias renováveis, a principal contribuição do artigo foi a discussão relacionada com os cinco princípios essenciais que devem guiar a atuação empreendedora do Estado – a saber, definição de uma missão a ser cumprida, promoção de um portfólio de soluções tecnológicas, condução holística das políticas de inovação, estímulo do investimento privado a partir dos investimentos públicos estratégicos, e a incorporação do aprendizado institucional –, sintetizados no Quadro 1.

Quadro 1 – Síntese dos princípios essenciais das políticas *mission-oriented*

Princípios essenciais	Definição
1. Definir uma missão	Estabelecimento de objetivos claros, estratégicos e de longo prazo, envolvendo a busca por soluções de grandes problemas sociais, através de inovações radicais de alto impacto, em diversos setores da economia;
2. Promover um portfólio de soluções	Experimentação e exploração de um portfólio de soluções tecnológicas, permitindo que diferentes abordagens co-evoluam e concorram entre si;
3. Conduzir as políticas holisticamente	Utilização coordenada de diversos instrumentos, tanto de oferta quanto de demanda, ao longo de toda a cadeia de inovação, além da coordenação com as demais políticas;
4. Investir e estimular o investimento	Através de investimentos estratégicos, o Estado possui capacidade de determinar a direção do crescimento, impactando positivamente nos investimentos privados, através de efeitos multiplicadores e de crowding-in;
5. Incorporar o aprendizado institucional	Condução das políticas de inovação como um processo de exploração e descoberta, na governança e na condução de políticas, para lidar com a incerteza fundamental, envolvida no processo inovativo.

Fonte: Elaboração própria.

Deve destacar que, ainda que a perspectiva de políticas de inovação *mission-oriented* seja adequada para lidar com os problemas ambientais, buscando promover soluções tecnológicas que permitam realizar a transição energética renovável, ela não é isenta de desafios. Um destes desafios é lidar com a questão política da promoção de certos setores em detrimento de outros; no caso da transição energética, isso se reflete na resistência política dos interesses estabelecidos das empresas intensivas em carbono. Outra dificuldade, conforme argumentado ao longo do artigo, está relacionado com a complexidade do processo inovativo e, por consequência, das políticas de inovação que busquem guiar a inovação em determinadas direções, o que demanda elevadas capacidades de governança por parte do Estado, que não devem ser tomadas como dadas. Em especial, países em desenvolvimento nos quais o setor público é historicamente fragilizado, como o Brasil, esses desafios podem ser ainda maiores.

Adiciona-se, também, os desafios relacionados em como avaliar o impacto dinâmico das políticas de inovação: deve-se superar as análises *ex ante* de custo-benefício estáticas, baseadas na concepção de falhas de mercado; e atentar para a importância de desenvolver instrumentos alternativos de análise – que considerem fatores como a incerteza fundamental, *path dependence*, desproporcionalidade entre causa e efeito, emergência e

ausência de um ponto de ótimo –, como marcos intermediários, efeitos *spillover* e abordagem de portfólio.

Mais estudos, entretanto, se mostram necessários. Do lado empírico, pode-se utilizar a discussão teórica apresentada nesse artigo como base para analisar as políticas de inovação em energias renováveis e demais tecnologias verdes colocadas em prática por diferentes países, através de estudos de caso. Do lado teórico, deve-se considerar a necessidade de desenvolver uma nova estrutura de avaliação e indicadores para capturar os resultados dinâmicos dos investimentos *mission-oriented* realizados pelo Estado, que os indicadores baseados nas análises de custo-benefício da teoria das falhas de mercado fracassam em capturar.

Referências

- ARROW, K. J. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In: **The rate and direction of inventive activity: economic and social factors**. Princeton: Princeton University Press, 1962. p. 609–626.
- ARTHUR, W. B. Competing technologies, increasing returns, and lock-in by historical events. **The economic journal**, v. 99, n. 394, p. 116–131, 1989.
- ARTHUR, W. B. **Increasing returns and path dependence in the economy**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 1994.
- BUSCH, J.; FOXON, T. J.; TAYLOR, P. G. Designing industrial strategy for a low carbon transformation. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 29, p. 114–125, 2018.
- COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128–152, 1990.
- DOSI, G. Technological paradigms and technological trajectories: a suggested interpretation of the determinants and directions of technical change. **Research policy**, v. 11, n. 3, p. 147–162, 1982.
- DOSI, G. Sources, procedures, and microeconomic effects of innovation. **Journal of economic literature**, p. 1120–1171, 1988.
- EDLER, J.; FAGERBERG, J. Innovation policy: what, why, and how. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 2–23, 2017.

FAGERBERG, J. **Mission (im)possible? The role of innovation (and innovation policy) in supporting structural change & sustainability transitions**. Centre for Technology, Innovation and Culture, University of Oslo, 2018.

FAGERBERG, J. Mobilizing innovation for sustainability transitions: a comment on transformative innovation policy. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1568–1576, 2018.

FORAY, D.; MOWERY, D. C.; NELSON, R. R. Public r&d and social challenges: what lessons from mission r&d programs? **Research Policy**, v. 41, n. 10, p. 1697–1702, 2012.

FREEMAN, C. The ‘National System of Innovation’ in historical perspective. *Cambridge Journal of economics*, v. 19, n. 1, p. 5–24, 1995.

KATTEL, R.; MAZZUCATO, M.; RYAN-COLLINS, J.; SHARPE, S. The economics of change: policy and appraisal for missions, market shaping and public purpose. **UCL Institute for Innovation and Public Purpose**, 2018.

KEMP, R.; NEVER, B. Green transition, industrial policy, and economic development. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 66–84, 2017.

KEYNES, J. M. The end of laissez-faire. In: **Essays in persuasion**. Cambridge: Royal Economic Society, 2010. p. 272–294.

KIVIMAA, P.; KERN, F. Creative destruction or mere niche support? innovation policy mixes for sustainability transitions. **Research Policy**, v. 45, n. 1, p. 205–217, 2016.

KNIGHT, F. H. **Risk, uncertainty and profit**. North Chelmsford: Courier Corporation, 2012.

LEE, K.; MATHEWS, J. A. Toward new rules for science and technology policy for sustainable development. In: A., A. J.; OCAMPO, J. A. (Ed.). **Global governance and rules for the post-2015 era: addressing emerging issues in the global environment**. London: Bloomsbury Publishing, 2015. p. 107–137.

LIU, H.; LIANG, D. A review of clean energy innovation and technology transfer in china. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 18, p. 486–498, 2013.

LUNDEVALL, B.-Å (Org.). **National systems of innovation: towards a theory of innovation and interactive learning**. Londres: Pinter, 1992.

LUNDEVALL, B.-Å.; JOHNSON, B. The learning economy. In: LUNDEVALL, B.-Å. (Ed.). **The learning economy and the economics of hope**. London: Anthem Press, 2016. p. 107–129.

MATHEWS, J. A. Schumpeter in the twenty-first century: creative destruction and the global green shift. In: BURLAMAQUI, L.; KATTEL, R. (Ed.). **Schumpeter’s Capitalism, Socialism and Democracy: A Twenty-First Century Agenda**. London: Routledge, 2018. p. 233–254.

- MATHEWS, J. A.; REINERT, E. S. Renewables, manufacturing and green growth: energy strategies based on capturing increasing returns. **Futures**, v. 61, p. 13–22, 2014.
- MAZZUCATO, M. Financing innovation: creative destruction vs. destructive creation. **Industrial and Corporate Change**, v. 22, n. 4, p. 851–867, 2013.
- MAZZUCATO, M. A mission-oriented approach to building the entrepreneurial state. **Innovate UK**, 2014.
- MAZZUCATO, M. **O Estado Empreendedor: desmascarando o mito do setor público vs. setor privado**. São Paulo: Portfolio-Penguin, 2014.
- MAZZUCATO, M. The green entrepreneurial state. In: SCOONES, I.; LEACH, M.; NEWELL, P. (Ed.). **The politics of green transformations**. London: Routledge, 2015. p. 152–170.
- MAZZUCATO, M. From market fixing to market-creating: a new framework for innovation policy. **Industry and Innovation**, v. 23, n. 2, p. 140–156, 2016.
- MAZZUCATO, M. Mission-oriented innovation policies: challenges and opportunities. **Industrial and Corporate Change**, v. 27, n. 5, p. 803–815, 2018.
- MAZZUCATO, M.; PENNA, C. C. R. The rise of mission-oriented state investment banks: the cases of Germany's KfW and Brazil's BNDES. **SPRU Working Paper Series**, 2015.
- MAZZUCATO, M.; PEREZ, C. Innovation as growth policy: the challenge for Europe. In: FAGERBERG, J.; LAESTADIUS, S.; MARTIN, B. R. (Ed.). **The triple challenge for Europe: Economic development, climate change, and governance**. Oxford: Oxford University Press, 2015. p. 229–264.
- MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Public financing of innovation: new questions. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 33, n. 1, p. 24–48, 2017.
- MAZZUCATO, M.; SEMIENIUK, G. Financing renewable energy: who is financing what and why it matters. **Technological Forecasting and Social Change**, v. 127, p. 8–22, 2018.
- MOWERY, D. C.; NELSON, R. R.; MARTIN, B. R. Technology policy and global warming: why new policy models are needed (or why putting new wine in old bottles won't work). **Research Policy**, v. 39, n. 8, p. 1011–1023, 2010.
- NELSON, R. R. (Org.). **National innovation systems: a comparative analysis**. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- NELSON, R. R.; WINTER, S. G. **Uma teoria evolucionária da mudança econômica**. Campinas: Editora Unicamp, 2005.

- PEREZ, C. Innovation systems and policy for development in a changing world. In: FAGERBERG, J.; MARTIN, B. R.; ANDERSEN, E. S. (Ed.). **Innovation studies: evolution and future challenges**. Oxford: Oxford University Press, 2013. p. 90–110.
- PEREZ, C. Unleashing a golden age after the financial collapse: Drawing lessons from history. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 6, p. 9–23, 2013.
- REN21. **RENEWABLES 2019 GLOBAL STATUS REPORT**. Paris: REN21, 2019.
- REN21. **RENEWABLES 2020 GLOBAL STATUS REPORT**. Paris: REN21, 2020.
- RHODES, A.; SKEA, J.; HANNON, M. The global surge in energy innovation. **Energies**, v. 7, n. 9, p. 5601–5623, 2014.
- RODRIK, D. Green industrial policy. **Oxford Review of Economic Policy**, v. 30, n. 3, p. 469–491, 2014.
- SCHOT, J.; STEINMUELLER, W. E. Three frames for innovation policy: R&d, systems of innovation and transformative change. **Research Policy**, v. 47, n. 9, p. 1554–1567, 2018.
- SCHUMPETER, J. A. **Capitalismo, socialismo e democracia**. São Paulo: Editora UNESP, 2017.
- SEMIENIUK, G.; MAZZUCATO, M. Financing green growth. In: FOUQUET, R. (Ed.). **Handbook on Green Growth**. Cheltenham: Edward Elgar Publishing, 2019. p. 240–259.
- STERN, N. **Why are we waiting?: the logic, urgency, and promise of tackling climate change**. Cambridge: MIT Press, 2015.
- UNRUH, G. C. Understanding carbon lock-in. **Energy policy**, v. 28, n. 12, p. 817–830, 2000.
- UNRUH, G. C. Escaping carbon lock-in. **Energy policy**, v. 30, n. 4, p. 317–325, 2002.
- WEBER, K. M.; ROHRACHER, H. Legitimizing research, technology and innovation policies for transformative change: combining insights from innovation systems and multi-level perspective in a comprehensive ‘failures’ framework. **Research Policy**, v. 41, n. 6, p. 1037–1047, 2012.