

REVISTA

DIREITO, INOVAÇÃO E REGULACÕES

II. DOCTRINA INTERNACIONAL

5

**O MODELO DE INOVAÇÃO DA HÉLICE QUÍNTUPLA:
O AQUECIMENTO GLOBAL COMO DESAFIO E
MOTOR DA INOVAÇÃO**

**THE QUINTUPLE HELIX INNOVATION MODEL:
GLOBAL WARMING AS A CHALLENGE AND DRIVER
FOR INNOVATION**

Elias G Carayannis¹

Thorsten D Barth²

David F J Campbell³

1 Elias G Carayannis. Departamento de Sistemas de Informação e Gestão Tecnológica, Universidade George Washington, School of Business, Washington, DC 20052, EUA. caraye@gwu.edu

2 Thorsten D Barth. Organização do Ranking Democrático, Viena, Áustria. Universidade de Klagenfurt, Faculdade de Estudos Interdisciplinares (IFF), Instituto de Comunicação Científica e Pesquisa em Ensino Superior (OMS), Schottenfeldgasse 29, Viena A-1070, Áustria. barth.thorsten@arcor.de

3 David F J Campbell. Departamento de Ciência Política, Universidade de Viena, Universitätsstrasse 7/2, Viena A-1010, Áustria. david.campbell@uni-klu.ac.at

4 Traduzido por Julio Cesar Garcia. Doutor em Direito pela UFPR. Mestre em Direito pela UEM. Professor do Programa de Pós-Graduação *Scripto Sensu* (Mestrado) em Direito da UNIVEL. julio.garcia@univel.br

RESUMO

O modelo de inovação da Hélice Tríplice se concentra nas relações universidade-indústria-governo. A Hélice quádrupla incorpora a Hélice Tríplice, acrescentando como quarta hélice o "público baseado na mídia e na cultura" e a "sociedade civil". O modelo de inovação da Hélice quádrupla é ainda mais amplo e abrangente ao contextualizar a Hélice quádrupla e ao adicionar a hélice (e perspectiva) dos 'ambientes naturais da sociedade'. A Hélice Tríplice reconhece explicitamente a importância do ensino superior para a inovação. Entretanto, em uma linha de interpretação poderia ser argumentado que a Hélice Tríplice coloca a ênfase na produção de conhecimento e inovação na economia, de modo que seja compatível com a economia do conhecimento. A Hélice quádrupla já incentiva a perspectiva da sociedade do conhecimento, e da democracia do conhecimento para a produção de conhecimento e inovação. No entendimento da Hélice quádrupla, o desenvolvimento sustentável de uma economia do conhecimento requer uma coevolução com a sociedade do conhecimento. A Hélice quádrupla enfatiza a transição socioecológica necessária da sociedade e da economia no século XXI; portanto, a Hélice quádrupla é ecologicamente sensível. Dentro da estrutura do modelo de inovação da Hélice quádrupla, os ambientes naturais da sociedade e da economia também devem ser vistos como motores para a produção de conhecimento e inovação, definindo, portanto, oportunidades para a economia do conhecimento. A Comissão Europeia, em 2009, identificou a transição socioecológica como um grande desafio para o futuro roteiro de desenvolvimento. A Hélice quádrupla apoia aqui a formação de uma situação do tipo ganha-ganha para todos entre ecologia, conhecimento e inovação, criando sinergias entre economia, sociedade e democracia. O aquecimento global representa uma área de preocupação ecológica, à qual o modelo de inovação da Hélice quádrupla pode ser aplicado com maior potencial.

Palavras-chave: Produção do conhecimento, inovação, Hélice Tríplice, Hélice quádrupla, Hélice quádrupla, ecologia social, aquecimento global, economia do conhecimento, Sociedade do conhecimento, democracia do conhecimento.

ABSTRACT

The Triple Helix innovation model focuses on university-industry-government relations. The Quadruple Helix embeds the Triple Helix by adding as a fourth helix the 'media-based and culture-based public' and 'civil society'. The Quintuple Helix innovation model is even broader and more comprehensive by contextualizing the Quadruple Helix and by additionally adding the helix (and perspective) of the 'natural environments of society'. The Triple Helix acknowledges explicitly the importance of higher education for innovation. However, in one line of interpretation it could be argued that the Triple Helix places the emphasis on knowledge production and innovation in the economy so it is compatible with the knowledge economy. The Quadruple Helix already encourages the perspective of the knowledge society, and of knowledge democracy for knowledge production and innovation. In a Quadruple Helix understanding, the sustainable development of a knowledge economy requires a coevolution with the knowledge society. The Quintuple Helix stresses the necessary socioecological transition of society and economy in the twenty-first century; therefore, the Quintuple Helix is ecologically sensitive. Within the framework of the Quintuple Helix innovation model, the natural environments of society and the economy also should be seen as drivers for knowledge production and innovation, therefore defining opportunities for the knowledge economy. The European Commission in 2009 identified the socioecological transition as a major challenge for the future roadmap of development. The Quintuple Helix supports here the formation of a win-win situation between ecology, knowledge and innovation, creating synergies between

economy, society, and democracy. Global warming represents an area of ecological concern, to which the Quintuple Helix innovation model can be applied with greater potential.

Keywords: Knowledge production, Innovation Triple Helix, Quadruple Helix, Quintuple Helix, Social ecology, Global warming, Knowledge economy, Knowledge society, Knowledge democracy.

1. INTRODUÇÃO

O "aquecimento global" representa uma questão ecológica (também socioecológica) de importância e preocupação. Devido à escalada do aquecimento global, é tempo de a humanidade pensar e agir de forma responsável e determinar soluções sustentáveis. O aquecimento global, para além das alterações climáticas, levou o mundo a assumir novas responsabilidades (IPPC 2007a), que não só incluem mais alterações climáticas, mas a longo prazo, também responsabilizam a humanidade na prevenção de novos conflitos políticos e/ou sociais, guerra por recursos, novas catástrofes ambientais, bem como crises graves nas economias de mercado (PNUD 2007; PNUA 2008). O desafio especial do aquecimento global pode ser enfrentado através do "desenvolvimento sustentável".¹ O desenvolvimento sustentável diz respeito a todos e tem lugar tanto a nível local como global. Assim, o desenvolvimento sustentável tem de ser entendido no contexto da "economia e sociedade do conhecimento gloCal" (Carayannis e Campbell 2011; Carayannis e von Zedtwitz 2005; Carayannis e Alexander 2006). Por conseguinte, deve-se encarar o aquecimento global não como um desafio, mas sim como uma oportunidade de viver inovadora e eficazmente em união com a natureza para um futuro melhor.

Em grande medida, a própria humanidade causou a mudança climática; portanto, algo precisa ser feito (IPPC 2007b; Le Monde diplomatique 2009, pp. 72-73; Friedman 2008). Contudo, quase não existem modelos ou conceitos abrangentes para responder ao "porquê" de isso se mostrar como verdadeiro e "como" podemos agir e aprender em conformidade ou fornecer quaisquer métodos demonstrativos, sugestões e exemplos de como podemos melhorar as nossas ações no presente. A nossa análise, aqui apresentada, sugere a compreensão do porquê e, conseqüentemente, oferece um "modelo de inovação" que demonstra um método exequível, passo a passo, para lidar com o "como".

¹ A definição da Comissão Brundtland afirma que o desenvolvimento sustentável "satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazer as suas próprias necessidades" (Nações Unidas 1987a, b).

No atual debate acadêmico, é indiscutível que uma solução ou uma resposta adequada ao desafio do aquecimento global só pode ser encontrada através da utilização do recurso ao conhecimento humano (ver Carayannis e Campbell 2010, p. 42; Bhaskar 2010, p. 1). A chave do sucesso, determinada pelas nossas propostas, reside na utilização do 'conhecimento' disponível e recentemente criado em correspondência com o Modelo da Hélice Quíntupla (Carayannis e Campbell 2010, p. 62). A Hélice Quíntupla é um modelo de inovação que pode enfrentar os atuais desafios do aquecimento global através da aplicação do conhecimento e do *know-how*, uma vez que se concentra no intercâmbio social (social) e na transferência de conhecimento dentro dos subsistemas de um estado ou nação-estado específico (Barth 2011a, pp. 5-7). O modelo de inovação "não linear" da Hélice Quíntupla, que combina conhecimento, *know-how* e o sistema de ambiente natural num quadro "interdisciplinar" e "transdisciplinar", pode fornecer um modelo passo a passo para compreender a gestão baseada na qualidade de um desenvolvimento eficaz, recuperar um equilíbrio com a natureza, e permitir às gerações futuras uma vida de pluralidade e diversidade na terra (Carayannis e Campbell 2010, p. 42; Barth 2011a, p. 2). Em resumo, a tese proposta é a seguinte: a Hélice Quíntupla representa um modelo adequado, na teoria e na prática, oferecido à sociedade para compreender a ligação entre conhecimento e inovação, a fim de promover o desenvolvimento sustentável. Esta contribuição, sob o aspecto do aquecimento global, centra-se no potencial de um Estado-nação no século XXI e na seguinte questão central: como pode o desenvolvimento sustentável, no que se refere ao aquecimento global, ser praticado passo a passo com e dentro de um modelo de Hélice Quíntupla?

A estrutura da análise é a seguinte: a seção "O desafio do aquecimento global e o recurso do conhecimento" é uma breve delimitação sobre os desafios do aquecimento global e a organização do recurso do conhecimento. Na seção 'O que é um modelo de Hélice Quíntupla?', o modelo é definido. A seguir vem a seção 'O desafio do aquecimento global num modelo de Hélice Quíntupla' que o visualiza como um modelo não linear de inovação em correspondência com subsistemas sociais (sociais) e juntamente com um exemplo descritivo passo a passo de como o desafio do desenvolvimento sustentável (sob o aspecto do aquecimento global) pode ser adotado. A seção "Conclusões" oferece uma conclusão em referência ao Modelo da Hélice Quíntupla.

Sob o aspecto metodológico, o artigo centra-se na concepção e redesenho criativo de conceitos sobre produção de conhecimento e inovação. Os pontos de partida são a Hélice Tríplice, a Hélice Quádrupla e a Hélice Quíntupla para a inovação, e ao Modo 1, Modo 2, e

Modo 3 para a produção de conhecimento. Todos estes conceitos são publicados e, portanto, acessíveis ao público. O artigo faz uma revisão detalhada da literatura sobre estes conceitos na sua contextualização. O conceito do sistema de inovação da Quintupla Hélice está a ser aplicado analiticamente à questão ecológica (sócio-ecológica) do aquecimento global.

2. O DESAFIO DO AQUECIMENTO GLOBAL E O RECURSO DO CONHECIMENTO

O desafio do desenvolvimento sustentável (sob o aspecto do aquecimento global) prova que existem atualmente várias questões cruciais que precisam de ser respondidas (Carayannis, 2011); por isso, novos objetivos políticos devem ser formulados, em referência aos limites de emissão de CO₂, na busca de uma sustentabilidade de longo prazo. Além disso, há uma procura crescente por "novas soluções e conhecimentos ecológicos", a fim de utilizar os recursos de maneira inovadora para a sociedade e a economia, de uma maneira ambientalmente consciente. E mais, o atual modo e estilo de vida devem ser examinados sob uma avaliação de impacto sustentável. Para além da proteção ambiental, exige também a proteção da biodiversidade (Barth 2011a; Bhaskar 2010; Le Monde diplomatique 2009, p. 22-23, 72-73, 92-93; PNUD 2007). O aquecimento global diz respeito a todos, pois ocorre tanto a nível local como global e implica em ramificações para a economia e sociedade do conhecimento gloCal, ou global e local (Carayannis e Campbell 2011; Carayannis e von Zedtwitz 2005; Carayannis e Alexander 2006). É evidente que o desafio do aquecimento global é acompanhado pelo desafio da sustentabilidade (para o mundo) no século XXI (Carayannis 2011). Portanto, há nove áreas, analisadas por Carayannis e Kaloudis, que requerem "ação sustentada", "liderança" política e econômica ou "capacitação" e "utilização inteligente da tecnologia" (Carayannis e Kaloudis 2010, p. 2):

1. Sistema financeiro/econômico;²
2. Desafios ambientais;³

²A área do sistema financeiro e econômico refere-se aos aspectos financeiros e econômicos dos efeitos das alterações climáticas. Levanta-se a seguinte questão (entre outras coisas): Como devem os dois sistemas mudar ou adaptar-se eficazmente com outros, a fim de reduzir ou excluir crises em consequência das alterações climáticas? (ver, por exemplo: Barbier 2009; Barth 2011a; Green New Deal Group 2008; Hufbauer et al. 2009; Meyer 2008; OCDE 2010; Sen 2007).

³A área dos desafios ambientais tem a ver com causas e efeitos das alterações climáticas e que medidas políticas e sociais devem ser tomadas para aumentar a conservação ambiental e a sustentabilidade (ver, por exemplo: IPPC 2007a,b; Giddens 2009; Hoyer 2010a; Müller e Niebert 2009; Stern 2009).

3. Alimentar e curar os desafios mundiais;⁴
4. Desafios energéticos;⁵
5. Desafios educacionais;⁶
6. Reforma política democrática em todo o mundo;⁷
7. Governo transformador em todo o mundo;⁸
8. Equidade e Segurança em todo o mundo;⁹
9. Tecnologia, inovação e empreendedorismo como motores das sociedades do conhecimento.¹⁰

Considere-se agora, em maior detalhe, a produção do recurso do conhecimento. O conhecimento (por exemplo, o avanço da tecnologia verde) pode atuar como a chave do sucesso para o desenvolvimento sustentável. Essencialmente, deve entender-se hoje que os Estados-nação que se concentram no progresso da sociedade, numa maior competitividade das suas economias, ou numa melhor e sustentável qualidade de vida, têm de aplicar o recurso do conhecimento. Na transformação para uma sociedade baseada no conhecimento, economia baseada no conhecimento, ou democracia baseada no conhecimento (Carayannis e Campbell 2009, p. 224), também sob o aspecto das alterações climáticas, é possível gerar novos conhecimentos utilizáveis em conjunto com o desenvolvimento sustentável. O recurso do conhecimento, portanto, transforma-se no "recurso mais fundamental" (Lundvall 1992, p. 1),

⁴A área da alimentação e da cura dos desafios mundiais enfatiza abordagens novas e orientadas para a solução sob o aspecto do conhecimento e dos cuidados no decurso das alterações climáticas (ver Parker 2010; Höll 2006).

⁵A área dos desafios energéticos destaca as novas tecnologias verdes e as energias renováveis, que conduzem ao desenvolvimento sustentável (ver também Barbier 2009; Green New Deal Group 2008; Hoyer 2010b; UNEP 2008).

⁶A área dos desafios educacionais baseia-se numa melhor educação como chave para a capacitação, igualdade de oportunidades e novos conhecimentos para a sustentabilidade e desenvolvimento (ver, por exemplo, OCDE 2009; O'Donnell 2004; Sen 2007; PNUD 2010).

⁷A área da reforma política democrática em todo o mundo promove a democracia como sendo uma chave local e global para o desenvolvimento sustentável. Aqui, também são relevantes os temas da democratização, liberdade, igualdade, elaboração de políticas, gênero e cultura política (ver, além disso, Barth 2011b; Biegelbauer 2007b; Campbell 2007; Campbell e Schaller 2002; Kreisky e Löffler 2010; Otzelberger 2011; Ulram 2006).

⁸A área de governo transformador em todo o mundo tem a ver com a posição política ou a classificação de um Estado-nação. Exemplos aqui são a busca da democracia, qualidade da democracia, tipos de sistemas políticos etc. (ver também Barth 2010, 2011a, b, c; Campbell 2008; Campbell e Barth 2009; Campbell et al. 2010; Diamond e Morlino 2005; O'Donnell 2004; Rommetveit et al. 2010; Schumpeter 1976; Tilly 2007).

⁹A área da equidade e segurança em todo o mundo refere-se à equidade e segurança como sendo pré-requisitos básicos para promover e apoiar o desenvolvimento sustentável (ver, por exemplo, PNUD 2011; Barth 2011a).

¹⁰A área da tecnologia, inovação e empreendedorismo - como motores das sociedades do conhecimento enfatiza o fato de que um desenvolvimento sustentável nas sociedades do conhecimento só pode ser alcançado quando novos conhecimentos são promovidos e produzidos e quando as inovações (com um novo empreendedorismo) são mais desenvolvidas (ver aqui a ideia e conceito da 'Empresa Académica', Campbell e Güttel 2005; ver também e além disso Bhaskar 2010; Biegelbauer 2007a; Campbell 2006; Carayannis e Campbell 2006, 2009, 2010, 2011; Dubina 2009; Dubina et al. 2012; Kuhlmann 2001; Lundvall 1992; Nowotny et al. 2003).

com qualidades de "pepita do conhecimento" (Carayannis e Formica 2006, p. 152). O conhecimento, como recurso, é criado através de processos criativos, combinações e produções naquilo que é chamado de 'Modelos de conhecimento' ou 'Modelos de inovação' e assim torna-se disponível para a sociedade: 'isto também pode ser chamado de criatividade na criação do conhecimento' (Carayannis e Campbell 2010, p. 48). Isto se refere, especificamente, a seis modelos atualmente existentes de criação de conhecimento e criatividade da inovação (ver também Figura 1 e Carayannis e Campbell 2012, pp. 13-28) como se segue:

Modo 1 (Gibbons et al. 1994). O modo 1 "centra-se no papel tradicional da pesquisa universitária num velho 'modelo linear de inovação' e compreensão" e o sucesso no modo 1 "é definido como uma qualidade ou excelência que é aprovada por pares hierarquicamente estabelecidos" (Carayannis e Campbell 2010, p. 48).

Modo 2 (Gibbons et al. 1994). O Modo 2 pode ser caracterizado pelos cinco princípios seguintes: (1) "conhecimentos produzidos no contexto da aplicação"; (2) "transdisciplinaridade"; (3) "heterogeneidade e diversidade organizacional"; (4) "responsabilidade social e reflexividade"; (5) e "controle de qualidade" (Gibbons et al. 1994, pp. 3-4).

Hélice Tríplice (Etzkowitz e Leydesdorff 2000). A sobreposição de "Hélice Tríplice fornece um modelo ao nível da estrutura social para a explicação do modo 2 como uma estrutura historicamente emergente para a produção de conhecimento científico, e a sua relação com o modo 1" e é um "modelo de 'redes trilaterais e organizações híbridas' de 'relações universidade-indústria-governo'" (Etzkowitz e Leydesdorff 2000, pp. 118,111-112).

Modo 3 (Carayannis e Campbell 2006). "O conceito de modo 3 está mais inclinado a enfatizar a coexistência e a coevolução de diferentes modos de conhecimento e inovação. O modo 3 acentua esse pluralismo e diversidade de modos de conhecimento e inovação como sendo necessários para o avanço das sociedades e economias. Este pluralismo apoia os processos de aprendizagem mútua cruzada a partir dos diferentes modos de conhecimento. Entre o modo 1 e o modo 2 são possíveis múltiplos arranjos e configurações criativas, conectando pesquisa básica e resolução de problemas" (Carayannis e Campbell 2010, p. 57). O modo 3 "encoraja o pensamento interdisciplinar e a aplicação transdisciplinar do conhecimento interdisciplinar", bem como "permite e enfatiza a coexistência e coevolução de diferentes paradigmas de conhecimento e inovação" (Carayannis e Campbell 2010, pp. 51-52).

Hélice Quádrupla (Carayannis e Campbell 2009). O modelo da Hélice Quádrupla baseia-se no modelo da Hélice Tríplice e acrescenta como quarta hélice o "público", sendo mais especificamente definido como o "público baseado na mídia e na cultura" e a sociedade civil. Esta "quarta hélice associa-se a "mídia", "indústrias criativas", "cultura", "valores", "estilos de vida", "arte", e talvez também à noção de "classe criativa" (Carayannis e Campbell 2009, pp. 218, 206).

Hélice Quíntupla (ver Carayannis e Campbell 2010). O modelo da Hélice Quíntupla é baseado nos modelos da Hélice Tríplice e Quádrupla e acrescenta como quinta hélice o "ambiente natural". A Hélice Quíntupla é um "modelo de cinco hélices" "onde o ambiente ou os ambientes naturais representam a quinta hélice" (Carayannis e Campbell 2010, p. 61): "A Hélice Quíntupla pode ser proposta como um quadro de análise transdisciplinar (e interdisciplinar) do desenvolvimento sustentável e ecologia social (Carayannis e Campbell 2010, p. 62) (ver também mais tarde a análise na seção 'O que é um Modelo Hélice Quíntupla?')

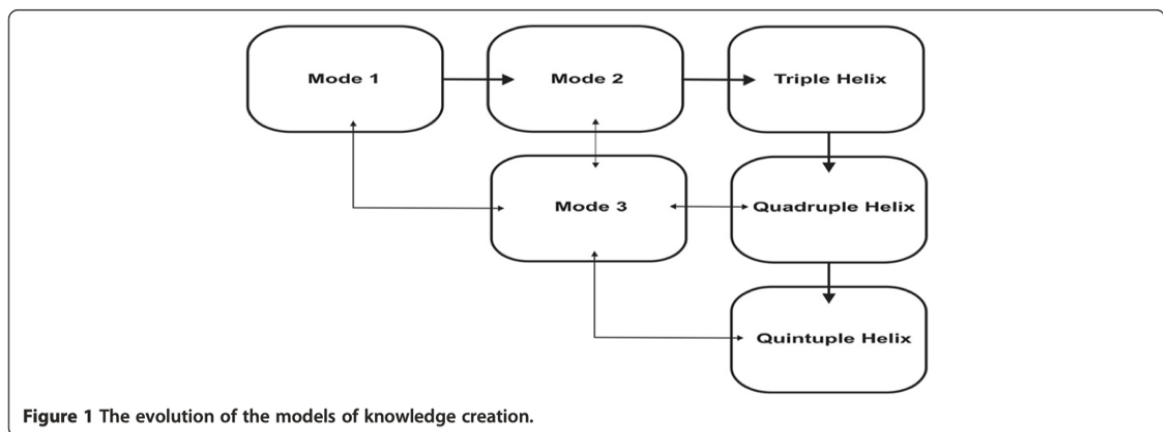
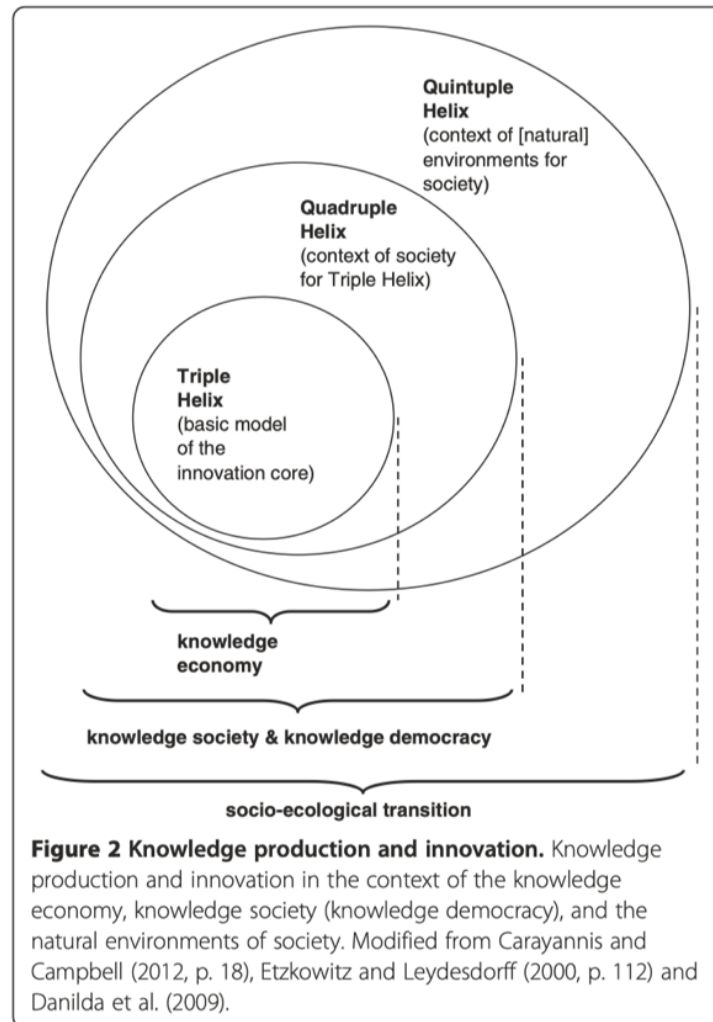


Figure 1 The evolution of the models of knowledge creation.

Sobre estes seis modelos brevemente descritos, pode concluir-se que numa sociedade do conhecimento (e democracia do conhecimento), a nível nacional, vem sendo processada uma ligação de conhecimento em rede; cada modelo cumpre uma contribuição específica para a "criação, difusão e utilização do conhecimento" (Carayannis e Campbell 2006, 2010). Em referência ao desenvolvimento sustentável, sob o aspecto do aquecimento global, devemos acrescentar se no futuro um Estado (Estado-nação) que é líder na política mundial bem como na economia mundial também o será considerado a partir do potencial social (social) para equilibrar novos conhecimentos, *know-how*, e inovação com a natureza. O "modelo central" de inovação básica da Tripla Hélice centra-se na economia do conhecimento. A Hélice Quádrupla já traz a perspectiva da sociedade do conhecimento (e da democracia do conhecimento). Do ponto de vista do modelo de inovação da Hélice Quádrupla, é evidente que deveria haver uma coevolução da economia do conhecimento e da sociedade do conhecimento (ver também Dubina et al. 2012). A Hélice Quíntupla destaca finalmente a perspectiva socioecológica dos ambientes naturais da sociedade. A ecologia social centra-se na interação, co-desenvolvimento e coevolução da sociedade, e da natureza (Carayannis e Campbell 2010, p. 59). As "estruturas biofísicas" ou "estruturas biofísicas da sociedade" marcam áreas de sobreposição entre cultura (o cultural) e natureza (o natural). Além disso, entre estas estruturas biofísicas e a natureza, existe um metabolismo (um "metabolismo social" com o potencial de uma "transição sociometabólica"). Aqui, aplicam-se também "perfis metabólicos específicos" (Fischer-Kowalski 1998; Fischer-Kowalski e Hüttler 1999; Fischer-Kowalski e Haberl 2007; Haberl et al. 2004, pp. 201-202, 204; e também Hopwood et al. 2005; Kates et al. 2001). Os regimes sociometabólicos representam equilíbrios dinâmicos das interações sociedade-natureza e caracterizam-se por padrões típicos de fluxos de material e energia (perfis metabólicos)" (Krausmann et al. 2008, p. 1). A Comissão Europeia (2009) identificou a "transição socioecológica" como um dos principais desafios para as sociedades e economias atuais e

futuras. O modelo de inovação da Quíntupla Hélice oferece aqui uma resposta orientada para a resolução de problemas e o desenvolvimento sustentável, indicando ainda como esta transição socioecológica pode ser dominada em combinação com a produção de conhecimento e inovação (ver Figura 2). De fato, esta transição socioecológica comporta-se também como um motor (social) de inovação, criando incentivos para mais conhecimento e melhor inovação.



Assim, para mais pormenores, apresenta-se na seção a seguir o modelo da Hélice Quíntupla.

3. O QUE É O MODELO DA HÉLICE QUÍNTUPLA?

O conhecimento em um Modelo de Hélice Quíntupla é a força motriz e o motor do progresso. A Hélice Quíntupla é um modelo que surge e se especializa na soma das interações sociais (sociais) e dos intercâmbios acadêmicos num estado (nação-estado), a fim de promover e visualizar um sistema de cooperação de conhecimento, *know-how* e inovação para um desenvolvimento mais sustentável (Carayannis e Campbell 2010, p. 62). A especialidade do Modelo da Hélice Quíntupla pode ser descrita da seguinte forma:

“O Modelo da Hélice Quíntupla é interdisciplinar e transdisciplinar ao mesmo tempo: a complexidade da estrutura de cinco hélices implica que uma compreensão analítica completa de todas as hélices exige o envolvimento contínuo de todo o espectro disciplinar, desde as ciências naturais (por causa do ambiente natural) até às ciências sociais e humanas (por causa da sociedade, democracia e economia)” (Carayannis e Campbell 2010, p. 62).

Assim, o objetivo da Concepção de Hélices é alcançado através do recurso do conhecimento, que produz valor adicional para a sociedade a fim de liderar no campo do desenvolvimento sustentável. A questão central da Hélice Quíntupla define-se da seguinte forma: Como é que o conhecimento, a inovação e o ambiente (ambiente natural) se relacionam entre si?” (Carayannis e Campbell 2010, p. 42).

O ponto de origem analítico da Hélice Quíntupla, tal como descrito na seção "O desafio do aquecimento global e o recurso do conhecimento" é o Modelo de Hélice Tríplice de Etzkowitz e Leydesdorff (2000) e o Modelo de Hélice Quádruplo de Carayannis e Campbell (2010). O sistema de cooperação social (social) define-se com base no modelo de uma Hélice Tríplice, que consiste numa combinação de universidade (ou seja, sistema educativo), indústria (ou seja, sistema econômico), e governo (ou seja, sistema político) (Etzkowitz e Leydesdorff 2000, pp. 111-112). A esta combinação os autores (Etzkowitz e Leydesdorff) referem-se a ela como "relações universidade-indústria-governo", ligando a criação e o intercâmbio de conhecimentos entre estes três subsistemas. Carayannis e Campbell reconheceram a dinâmica não-linear dentro da Hélice Tríplice e estenderam-na à Hélice Quádrupla (Carayannis e Campbell 2009, p. 218): A Hélice Tríplice é alargada dentro da Hélice Quádrupla através de um subsistema público baseado na mídia e na cultura. O objetivo desta extensão é incluir o público bem como a sociedade civil como um quarto subsistema. O público baseado nos meios de comunicação social não só apoia a difusão do conhecimento num Estado (Estado-nação),

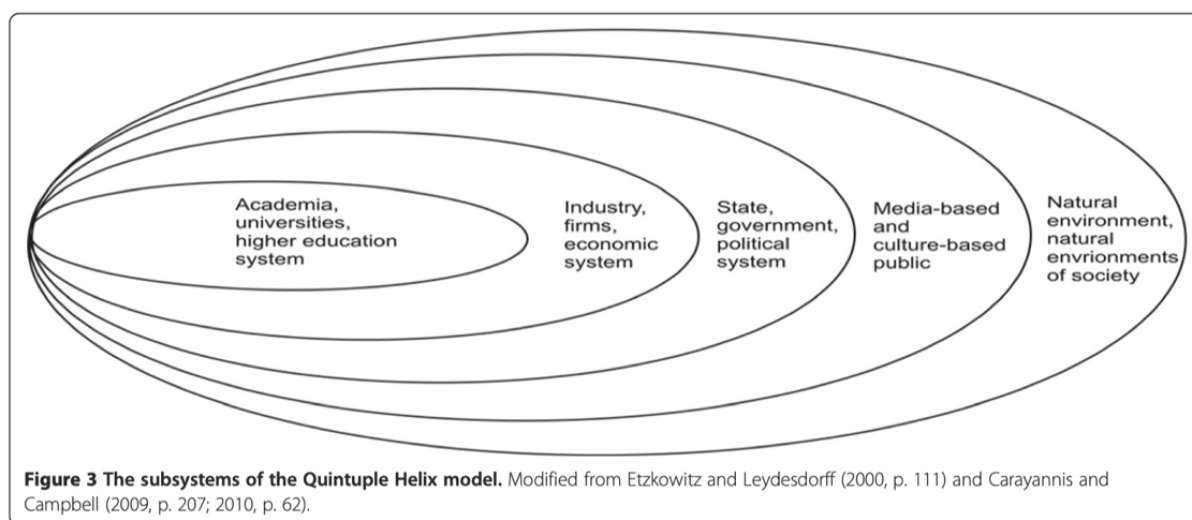
mas também o público baseado na cultura com os seus valores, experiência, tradições e visões, o que promove o conhecimento para a sociedade do conhecimento (Carayannis e Campbell 2009, pp. 217-227). Agora alguns aspectos e detalhes do Modelo de Hélice Quíntupla. No ano de 2010, os autores Carayannis e Campbell desenvolveram a Hélice Quádrupla adicionando uma quinta hélice à modelação do conhecimento e inovação, ou seja, o ambiente natural. A Hélice Quádrupla evoluiu para Hélice Quíntupla (ver Figura 3) (Carayannis e Campbell 2010, p. 62).

O objetivo e interesse da Hélice Quíntupla é incluir o ambiente natural como um novo subsistema para modelos de conhecimento e inovação, de modo a que a "natureza" se estabeleça como um componente central e equivalente da e para a produção de conhecimento e inovação. O ambiente natural está ligado ao processo de produção do conhecimento, e a criação de uma nova inovação é particularmente importante porque serve para a preservação, sobrevivência, e vitalização da humanidade, e para a possível criação de novas tecnologias verdes; e a humanidade, afinal, deveria aprender mais com a natureza (especialmente em tempos de mudança climática). Com a Hélice do Ambiente Natural, o "desenvolvimento sustentável" e a "ecologia social" tornam-se constituintes da inovação social (social) e da produção de conhecimento (Carayannis e Campbell 2010, pp. 58-62):

"A Hélice Quíntupla delinea ainda o que o desenvolvimento sustentável pode significar e implicar para a 'eco-inovação' e 'eco-emprededorismo' na situação atual e para o nosso futuro" (Carayannis e Campbell 2010, pp. 62-63).

O elemento constituinte mais importante da Hélice Quíntupla - para além dos 'agentes humanos' ativos - é o recurso do 'conhecimento', que, através de uma circulação (isto é, circulação de conhecimento) entre subsistemas sociais (sociais), mudanças na inovação e no saber - como numa sociedade e para a economia (Barth 2011a, p. 6). A Hélice Quíntupla, visualiza assim a interação coletiva e a troca de conhecimento num Estado (Estado-nação) através dos cinco subsistemas seguintes (isto é, hélices): (1) sistema educativo, (2) sistema económico, (3) ambiente natural, (4) público baseado na mídia e na cultura (também sociedade civil), (5) e o sistema político (Carayannis e Campbell 2010, pp. 46-48, 62). Analisar a sustentabilidade na Hélice Quíntupla e tomar a determinação do desenvolvimento sustentável para o progresso significa, portanto, que cada um dos cinco subsistemas descritos (hélices) tem um bem especial e necessário à sua disposição, com uma relevância social (societária) e académica (científica) para uso (ver Figura 3; ver também Barth 2011a, p. 6 e 2011b, pp. 30-31; Meyer 2008, pp. 89-95; Carayannis 2004, pp. 49-50), como se segue:

- 1) O sistema educacional: O sistema de educação, como primeiro subsistema, define-se a si próprio em referência a “academia”, “universidades”, “sistemas de ensino superior” e escolas. Nesta hélice, o “capital humano” necessário (por exemplo: estudantes, professores, cientistas/ pesquisadores, empresários, acadêmicos etc.) de um Estado (Estado-nação) se forma pela difusão e pesquisa do conhecimento.
- (2) O sistema econômico: O sistema econômico, como segundo subsistema, consiste na "indústria/indústrias", "empresas", “serviços e bancos”. Esta hélice concentra e foca no “capital econômico” (por exemplo: empreendedorismo, máquinas, produtos, tecnologia, dinheiro etc.) de um Estado (Estado-nação).
- (3) O ambiente natural: O ambiente natural como terceiro subsistema é decisivo para o desenvolvimento sustentável e proporciona às pessoas um "capital natural" (por exemplo: recursos, plantas, variedade de animais etc.).
- (4) O público baseado na mídia e na cultura: O quarto subsistema, o público baseado na mídia e na cultura, integra e combina duas formas de “capital”. Por um lado, esta hélice tem, através do público baseado na cultura (por exemplo: tradição, valores etc.), um “capital social”. Por outro lado, a hélice do público baseado na mídia (por exemplo: televisão, Internet, jornais etc.) contém também "capital de informação" (por exemplo: notícias, comunicação, redes sociais).
- (5) O sistema político: O sistema político, como um quinto subsistema, é também de importância crucial, porque formula a "vontade", para onde se dirige o Estado (Estado-nação) no presente e no futuro, definindo, organizando e administrando as condições gerais do Estado (Estado-nação). Portanto, esta hélice tem um “capital político e jurídico” (por exemplo: ideias, leis, planos, políticos etc.).



Em resumo, o Modelo da Hélice Quíntupla pode ser descrito da seguinte forma (ver Figuras 3 e 4): É um modelo teórico e prático para o intercâmbio do recurso do conhecimento, baseado em cinco subsistemas sociais (sociais) com "capital" à sua disposição, a fim de gerar e promover o desenvolvimento sustentável da sociedade (Carayannis e Campbell, 2010, pp. 60-62). Neste modelo cumulativo de Hélice Quíntupla, o recurso do conhecimento move-se através de uma circulação do conhecimento de subsistema para subsistema (Barth 2011a, p. 6). Esta circulação de conhecimento de subsistema para subsistema implica que o conhecimento tem

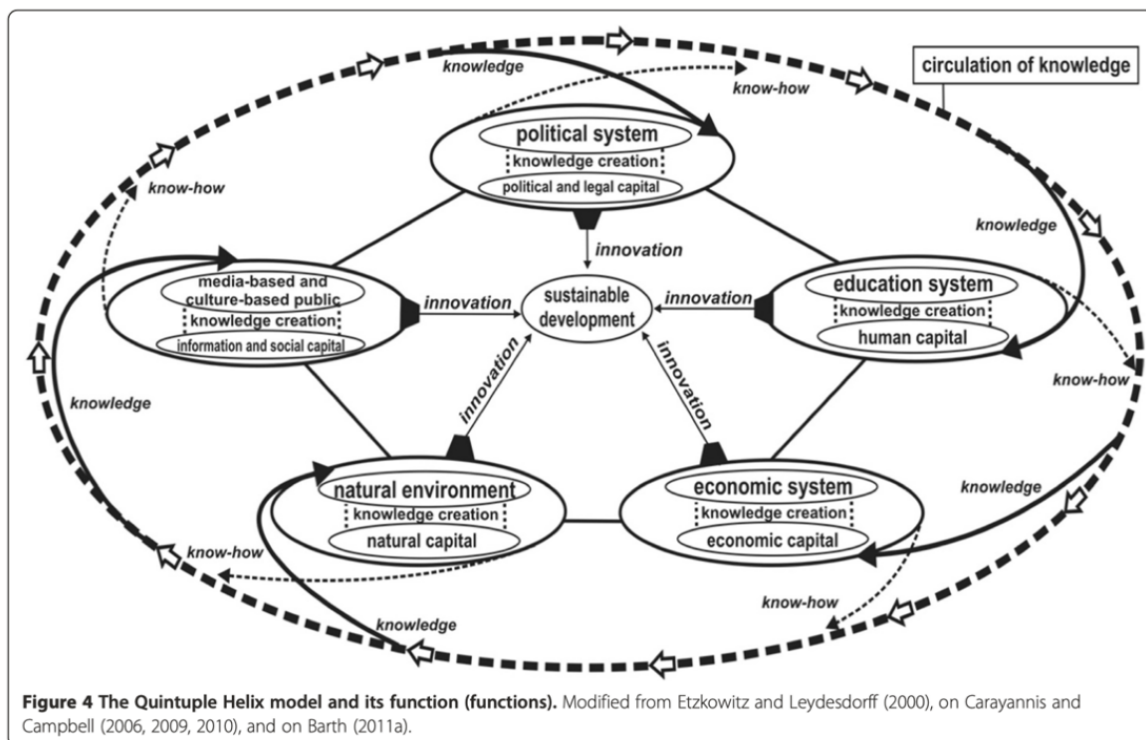
qualidades de entrada e saída de e para subsistemas dentro de um Estado (nação-estado) ou também entre Estados. Se uma entrada de conhecimento é introduzida num dos cinco subsistemas, então ocorre uma criação de conhecimento. Esta criação de conhecimento alinha-se com uma troca de conhecimentos básicos e produz novas invenções ou conhecimentos como produção. A produção da criação de conhecimento de subsistemas tem, portanto, duas vias (caminhos): (1) a primeira via conduz a uma produção para a geração de inovações para maior sustentabilidade num Estado (Estado-nação); (2) a segunda via conduz a uma produção sobre novos conhecimentos de volta à circulação do conhecimento. Através da circulação do conhecimento, a nova produção de *know-how* recém-criada de um subsistema transforma-se em entrada de conhecimento para um subsistema diferente da Hélice Quíntupla, (Carayannis e Campbell 2010; Barth 2011a). Sobre a entrada e saída de conhecimento, pode dizer-se que, conseqüentemente:

"Por um lado, o conhecimento serve como entrada ou recurso para as sociedades e economias avançadas, que dependem cada vez mais do conhecimento. Por outro lado, a produção de conhecimento (criação de conhecimento) também gera conhecimento como uma produção, que depois é alimentada (reciclada) como uma entrada de conhecimento" (Carayannis e Campbell 2006, p. 4).

Portanto, numa Hélice Quíntupla através e com as cinco hélices, o intercâmbio de conhecimento num Estado (Estado-nação) é tratado em todas as suas conjunções, a fim de promover o desenvolvimento sustentável baseado no conhecimento-produção.

4. O DESAFIO DO AQUECIMENTO GLOBAL NO MODELO DA HÉLICE QUÍNTUPLA

Isto leva à questão principal desta análise: *Como pode o desenvolvimento sustentável, no que diz respeito ao "aquecimento global" ser praticado passo a passo dentro de um Modelo de Hélice Quíntupla?* Como vimos, o recurso do conhecimento é a “mercadoria” mais importante de uma Hélice Quíntupla. A circulação do conhecimento estimula continuamente novos conhecimentos. Como resultado, todos os sistemas de uma Hélice Quíntupla influenciam-se mutuamente com o conhecimento, a fim de promover a sustentabilidade através de inovações, avançadas e pioneiras. Com o exemplo de um investimento específico no sistema educativo do modelo da Hélice Quíntupla, destaca-se como o desenvolvimento mais sustentável pode ser considerado viável, em referência ao "aquecimento global" para o nível nacional e para os efeitos positivos que podem surgir para a sociedade (ver Figura 5) nos passos seguintes:



Passo 1: Quando mais investimentos fluem para a hélice do sistema educacional para promover o desenvolvimento sustentável sob o aspecto do aquecimento global, o Modelo da Hélice Quíntupla mostra e demonstra que, como contribuição, os investimentos criam novos impulsos e inspiração para a criação de conhecimento no sistema educacional. Por exemplo, investimentos direcionados produzem novos equipamentos, novos espaços para cientistas e professores, e uma maior oportunidade de pesquisa. Assim, é possível obter uma maior produção de inovações da ciência e da pesquisa. Ao mesmo tempo, o ensino e a formação podem melhorar a sua eficácia. Em particular, o investimento na educação deve ter um impacto positivo no capital humano como manifestação de resultados do sistema educacional; devido a mais recursos, o ensino e a formação devem ser mais eficazes, permitindo que o capital humano realize oportunidades e vise utilizações mais diretas. A produção que resulta do capital humano para um desenvolvimento mais verde ou sustentável é, por sua vez, também uma contribuição para a hélice do sistema econômico.

Passo 2: Através da introdução de novos conhecimentos através do capital humano na hélice do sistema econômico, o valor (valores) da economia do conhecimento ou de uma economia do conhecimento avançada conseqüentemente aumenta. Através da valorização do conhecimento, podem ser estimuladas e alcançadas importantes instalações de produção e oportunidades de desenvolvimento para uma economia verde sustentável, orientada para o futuro (sensível ao futuro), baseada na criação de conhecimento. Não só que tal criação de conhecimento gere no sistema econômico novos tipos de empregos, novos produtos verdes e novos serviços verdes, como também são possíveis novos e decisivos impulsos para um crescimento econômico verde e mais ecológico. Neste subsistema, novos valores (como a responsabilidade social das empresas) estão sendo exigidos, permitindo e apoiando uma nova produção de *know-how* e inovações por parte do sistema econômico. Assim, além disso, escreve Barth:

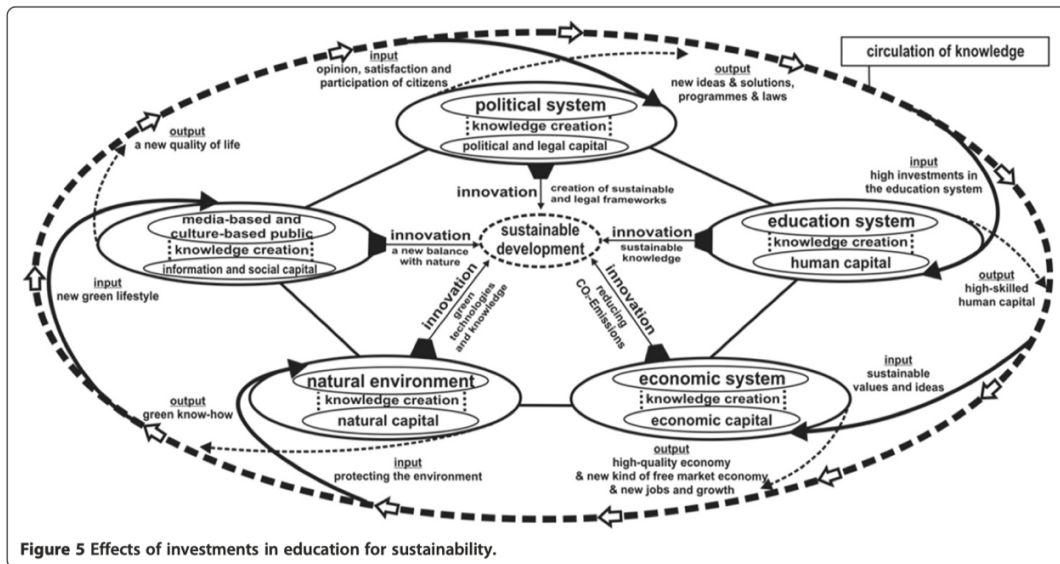


Figure 5 Effects of investments in education for sustainability.

"O capital econômico do *know-how* é, neste contexto, a sustentabilidade. Aqui, o resultado do *know-how* econômico será uma economia de alta qualidade e sustentável, mas na realidade, o *know-how* especial que o sistema econômico implica agora, é provavelmente uma nova harmonia do ser humano com a natureza" (Barth 2011a, p. 8).

Passo 3: Esta nova sustentabilidade como resultado do sistema econômico será uma nova entrada conhecimento na hélice do ambiente natural. Este novo conhecimento comunica "à natureza que será cada vez mais protegida, uma vez que se verifica uma menor exploração, destruição, contaminação e desperdício (extravagância). O ambiente natural pode, assim, regenerar-se e fortalecer o seu capital natural, e a humanidade pode também aprender novamente e mais ainda com a natureza, (ou seja, a criação de conhecimento). O objetivo desta hélice deve ser viver em equilíbrio com a natureza, desenvolver tecnologias regenerativas e utilizar os recursos disponíveis, finitos de forma sustentável e numa abordagem sensível. Aqui, particularmente as disciplinas das ciências naturais entram em jogo, para formar novos conhecimentos verdes para os seres humanos. Este *know-how* como resultado do subsistema do ambiente natural pode proporcionar mais proteção ambiental e uma qualidade de vida superior às pessoas. Além disso, o desenvolvimento de novas tecnologias amigas do ambiente pode reduzir mais eficazmente as emissões de CO₂ e pode ajudar a diminuir as alterações climáticas. Em resumo, o seguinte pode ser explicado no contexto com Barth sobre a hélice do ambiente natural: "A produção do ambiente natural é, portanto, um saber verde" (Barth 2011a, p. 9).

Passo 4: A produção do ambiente natural é seguida por uma entrada de novos conhecimentos sobre a natureza e um estilo de vida verde (mais verde) para o subsistema do público baseado nos meios de comunicação social e na cultura. Nesta hélice é de uma importância crucial comunicar e viver um estilo de vida verde. Aqui, o público baseado na mídia recebe uma nova e crucial função (isto é, capital de informação), que é difundir através da mídia informação sobre uma nova consciência verde e o novo estilo de vida humano. Este capital deve fornecer incentivos sobre como um estilo de vida verde pode ser implementado de uma forma simples, acessível e consciente (ou seja, criação de conhecimento). Esta criação de conhecimento promove o capital social necessário do público baseado na cultura, do qual uma sociedade depende para o desenvolvimento sustentável. Este capital social, portanto, deve transmitir informação sobre desejos, necessidades, problemas, ou satisfação dos cidadãos como resultado para a política ou para o sistema político. A produção de *know-how* do público

baseado nos meios de comunicação social e na cultura serve assim como um novo contributo para a hélice do sistema político.

Passo 5: A entrada de conhecimento no sistema político é o *know-how* do público baseado nos meios de comunicação social e na cultura e representa também o conhecimento coletivo dos outros três subsistemas da sociedade. As importantes discussões sobre este novo conhecimento nos sistemas políticos são impulsos necessários para a criação de conhecimento. O objetivo desta criação de conhecimento é um capital político e jurídico; o que torna a Hélice Quintupla mais eficaz, de maior qualidade, e mais sustentável. Consequentemente, o *know-how* recentemente obtido é um resultado de sugestões, investimentos sustentáveis, e objetivos. A nova produção de conhecimento e *know-how* do sistema político conduz novamente através da circulação do conhecimento para o sistema educativo, sistema econômico, ambiente natural, e público baseado nos meios de comunicação social e na cultura.

5. CONCLUSÕES

Em resumo, como ilustrado pelo exemplo da discussão na seção "O desafio do aquecimento global no modelo da Hélice Quintupla" ("análise de fluxo em cinco etapas"), deve ficar claro que todos os sistemas em modo Hélice Quintupla desempenham uma função fulcral, influenciando-se uns aos outros. Se um desenvolvimento mais sustentável estiver a ser considerado (e exigido) a nível nacional, como resultado do aquecimento global, e se, por exemplo, investimentos mais direcionados numa hélice específica da Hélice Quintupla começarem a fluir, então haverá um impacto positivo em todos os outros subsistemas e na sociedade como um todo. O Modelo da Hélice Quintupla demonstra que um investimento no conhecimento e uma promoção da produção de conhecimento traz em jogo novos e cruciais impulsos para a inovação, o *know-how* e o avanço da sociedade. Ao iniciar pequenos passos em direção à sustentabilidade, podem emergir sociedades do conhecimento a longo prazo e de liderança, que viverão em equilíbrio com a natureza e, em última análise, talvez, conduzirão a uma maravilha econômica verde.

Para concluir, o Modelo da Hélice Quintupla deixa claro que a implementação do pensamento e da ação sustentável terá um impacto positivo na sociedade como um todo. A nova gestão de qualidade para uma maior sustentabilidade reside, portanto, na criação de novos conhecimentos, *know-how* e inovação em equilíbrio com a natureza (Carayannis e Campbell 2010, pp. 58-62). Um dos principais objetivos da Quintupla Hélice é aumentar o valor na sociedade através do recurso do conhecimento. A discussão sobre o Modelo da Quintupla Hélice indica que o esforço para a promoção do conhecimento como "pepita do conhecimento" deve ser considerado essencial (Carayannis e Formica 2006, p. 152): Isto significa que o

conhecimento é a chave para e para mais sustentabilidade e para uma nova qualidade de vida. Atualmente, o conhecimento é o recurso mais fundamental (Lundvall 1992, p. 1). No entanto, a capacidade de um Estado (Estado-nação ou Estado-nação) ser líder em diferentes campos no futuro, será principalmente, se não mesmo exclusivamente, decidida pelo seu potencial para desenvolver novos conhecimentos, saber-fazer e inovação em equilíbrio com a natureza. Contudo, o melhor intercâmbio de conhecimentos e a luta pelo conhecimento, novos conhecimentos e inovações através do Modelo da Quintupla Hélice pode ser, ou pelo menos, oferecer uma solução para os desafios do desenvolvimento sustentável sob o aspecto do aquecimento global no século XXI.

Dominar e equilibrar questões e desafios ecológicos (tais como o aquecimento global) são frequentemente retratados e apresentados como um tema de sobrevivência para a humanidade num formato global. Consequentemente, a Comissão Europeia (2009) pôde afirmar a grande necessidade de uma maior transição socioecológica. A ecologia social torna o contexto dos ambientes naturais para a sociedade e economia mais visível e enfatiza uma compreensão da interação e co-desenvolvimento da sociedade e do ambiente (natureza). O modelo de inovação da Quintupla Hélice (Carayannis e Campbell 2010) faz a ponte entre a ecologia social e a produção de conhecimento e inovação. Aqui, os ambientes naturais da sociedade e da economia não só desafiam, mas também encorajam e inspiram a produção de conhecimento e a inovação. Na abordagem do modelo de inovação da Quintupla Hélice, os ambientes naturais da sociedade estão a ser identificados como oportunidades para conduzir mais longe e excitar o desenvolvimento sustentável e a coevolução da economia do conhecimento, sociedade do conhecimento, e democracia do conhecimento. Isto também tem um potencial de influenciar a forma como percebemos e organizamos o empreendedorismo.

REFERÊNCIAS

Barbier, EB (2009). Rethinking the economic recovery: a global green new deal.

United Nations Environment Program (UNEP). <http://www.unep.org/greeneconomy/portals/30/docs/GGND-Report-April2009.pdf>. Acessado em: 31 March 2012.

Barth, TD (2010). Konzeption, Messung und Rating der Demokratiequalität. Brasilien, Südafrika, Australien und die Russische Föderation 1997–2006 (2010th ed.). Saarbrücken: VDM-Verlag Dr. Müller.

Barth, TD (2011a). The idea of a green new deal in a Quintuple Helix Model of knowledge, know-how and innovation. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(2), 1–14.

Barth, TD (2011b). Freiheit, Gleichheit, Demokratiequalität: Zur Qualitätsmessung in den Top 20 Demokratien des Democracy Rankings [Freedom, Equality and the Quality of Democracy: Measuring Quality in the Top 20 Democracies of the Democracy Ranking] Dissertation (Doctoral Thesis). Vienna: University of Vienna.

Barth, TD (2011c). Die 20 besten Demokratien der Welt. Freiheit – Gleichheit Demokratiequalität auf einen Blick. 1. Norderstedt/Wien: Auflage, Books on Demand Verlag.

Bhaskar, R (2010). Context of interdisciplinarity: interdisciplinarity and climate change. In R Bhasakar, C Frank, KG Høyer, P Næss, & J Parker (Eds.), *Interdisciplinarity and climate change: Transforming knowledge and practice for our global future* (pp. 1–24). New York: Routledge.

Biegelbauer, P (2007a). Learning from abroad: the Austrian competence centre programme Kplus. *Science and Policy*, 34(9), 606–618.

Biegelbauer, P (2007b). Ein neuer Blick auf politisches Handeln: Politik-Lernansätze im Vergleich. *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft (ÖZP)*, 36(3), 231–247.

Campbell, DFJ, & Schaller, C (Eds.). (2002). *Demokratiequalität in Österreich Zustand und Entwicklungsperspektiven*. Opladen: Leske + Budrich.

Campbell, DFJ, & Güttel, WH (2005). Knowledge production of firms: research networks and the-scientification of business R&D. *International Journal of Technology Management*, 31(1/2), 152–175.

Campbell, DFJ (2006). In EG Carayannis & DFJ Campbell (Eds.), *Knowledge creation, diffusion, and use in innovation networks and knowledge clusters. A comparative systems approach across the United States, Europe and Asia* (pp. 67–100). Westport: Praeger.

Campbell, DFJ (2007). Wie links oder wie rechts sind Österreichs Länder? Eine komparative Langzeitanalyse des parlamentarischen Mehrebenensystems Österreichs (1945–2007). *SWS-Rundschau*, 47(4), 381–404.

Campbell, DFJ (2008). The basic concept for the democracy ranking of the quality of democracy. Vienna: Democracy Ranking. http://www.democracyranking.org/downloads/basic_concept_democracy_ranking_2008_A4.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

Campbell, DFJ, & Barth, TD (2009). Wie können Demokratie und Demokratiequalität gemessen werden? Modelle, Demokratie-Indices und Länderbeispiele im globalen Vergleich. *SWS-Rundschau*, 49(2), 208–233.

Campbell, DFJ, Pözlbauer, P, & Barth, T D (2010). Das “Democracy Ranking 2010 of the Quality of Democracy” – Erstveröffentlichung (German). Vienna: Democracy Ranking. http://www.democracyranking.org/downloads/Democracy_Ranking_Concept_Earlyrelease_German_2010.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

Carayannis, EG (2004). Measuring intangibles: managing intangibles for tangible outcomes in research and innovation. *International Journal of Nuclear Knowledge Management*, 1(2), 49–67.

Carayannis, EG, & von Zedtwitz, M (2005). Architecting gloCal (global – local), real-virtual incubator networks (G-RVINS) as catalysts and accelerators of entrepreneurship in transitioning and developing economies. *Technovation*, 25, 95–110.

Carayannis, EG, & Campbell, DFJ (2006). In EG Carayannis & DFJ Campbell (Eds.), *Knowledge creation, diffusion, and use in innovation networks and knowledge clusters. A comparative systems approach across the United States, Europe and Asia* (pp. 1–25). Westport: Praeger.

Carayannis, EG, & Alexander, JM (2006). *Global and local knowledge*. Palgrave MacMillan: Global transatlantic public-private partnerships for research and technological development. Houndmills.

Carayannis, EG, & Formica, P (2006). Intellectual venture capitalists: an emerging breed of knowledge entrepreneurs – viewpoint. *Industry and Higher Education*, 20(3), 151–156.

Carayannis, EG, & Campbell, DFJ (2009). “Mode 3” and “Quadruple Helix”: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3/4), 201–234.

Carayannis, EG, & Kaloudis, A (2010). 21st century democratic capitalism: a time for action and a time to lead. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 1–13.

Carayannis, EG, & Campbell, DFJ (2010). Triple Helix, Quadruple Helix and Quintuple Helix and how do knowledge, innovation and the environment relate to each other? A proposed framework for a trans-disciplinary analysis of sustainable development and social ecology. *International Journal of Social Ecology and Sustainable Development*, 1(1), 41–69. <http://www.igi-global.com/bookstore/article.aspx?titleid=41959>.

Carayannis, EG (Ed.). (2011). *Planet earth 2011 - global warming challenges and opportunities for policy and practice*. Open Access Publisher. <http://www.intechopen.com/books/planet-earth-2011-global-warming-challenges-andopportunities-for-policy-and-practice>. Acessado em: 31 March 2012.

Carayannis, EG, & Campbell, DFJ (2011). Open innovation diplomacy and a 21st century fractal research, education and innovation (FREIE) ecosystem: building on the Quadruple and Quintuple Helix innovation concepts and the “Mode 3” knowledge production system. *Journal of the Knowledge Economy*, 2(3), 327–372. <http://www.springerlink.com/content/d11r223321305579/>.

Carayannis, EG, & Campbell, DFJ (2012). Mode 3 knowledge production in quadruple helix innovation systems. 21st-century democracy, innovation, and entrepreneurship for development. *SpringerBriefs in business* (Vol. 7). New York: Springer. <http://www.springer.com/business+%26+management/book/978-14614-2061-3>.

Danilda, I, Lindberg, M, & Torstensson, B-M (2009). Women Resource Centres. A Quattro Helix Innovation System on the European Agenda. Paper. http://www.hss09.se/own_documents/Papers/3-11%20-%20Danilda%20Lindberg%20&%20Torstensson%20-%20paper.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

Diamond, L, & Morlino, L (2005). Introduction. In L Diamond & L Morlino (Eds.), *Assessing the quality of democracy* (pp. ix–xliii). Baltimore: The John Hopkins University Press.

Dubina, I N (2009). Уп р авление тво р чеством пе р сонала в у словиях иннова ц ионной экономики [Creativity Management in the Innovation Economy]. Moscow: Academia.

Dubina, I N, Carayannis, EG, & Campbell, D FJ (2012). Creativity economy and a crisis of the economy? Coevolution of knowledge, innovation, and creativity, and of the knowledge economy and knowledge society. *Journal of the Knowledge Economy*, 3(1), 1–24. <http://www.springerlink.com/content/t5j8112136h526h5/>.

Etzkowitz, H, & Leydesdorff, L (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29, 109–123.

European Commission. (2009). *The World in 2025. Rising Asia and socio-ecological transition*. Brussels: European Commission. http://ec.europa.eu/research/social-sciences/pdf/the-world-in-2025-report_en.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

Fischer-Kowalski, M (1998). Society's metabolism. The intellectual history of materials flow analysis, Part I, 1860–1970. *Journal of Industrial Ecology*, 2(1), 61–78.

Fischer-Kowalski, M, & Hüttler, W (1999). Society's metabolism. The intellectual history of materials flow analysis, Part II, 1970–1998. *Journal of Industrial Ecology*, 2(4), 107–136.

Fischer-Kowalski, M, & Haberl, H (Eds.). (2007). *Socioecological transitions and global change. Trajectories of social metabolism and land use*. Cheltenham: Edward Elgar.

Friedman, TL (2008). *Hot, flat and crowded: why we need a green revolution – and how we can renew our global future*. London: Penguin.

Gibbons, M, Limoges, C, Nowotny, H, Schwartzman, S, Scott, P, & Trow, M (1994).

The new production of knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies. London: Sage.

Giddens, A (2009). *The politics of climate change*. Cambridge/Malden: Polity Press. Green New Deal Group. (2008). *A green new deal: joined-up policies to solve the triple crunch of the credit crisis, climate change and high oil price – the first report of the Green New Deal Group*. London: New Economic Foundation. http://www.neweconomics.org/sites/neweconomics.org/files/A_Green_New_Deal_1.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

Haberl, H, Fischer-Kowalski, M, Krausmann, F, Weisz, H, & Winiwarter, V (2004).

Progress towards sustainability? What the conceptual framework of material and energy flow accounting (MEFA) can offer. *Land Use Policy*, 21(3), 199–213.

Hopwood, B, Mellor, M, & O'Brien, G (2005). Sustainable development: mapping different approaches. *Sustainable Development*, 13, 38–52.

Høyer, KG (2010a). Seven theses on CO² reductionism and its interdisciplinary counteraction. In R Bhasakar, C Frank, KG Høyer, P Næss, & J Parker (Eds.), *Interdisciplinarity and climate change: transforming knowledge and practice for our global future* (pp. 35–53). New York: Routledge.

Høyer, KG (2010b). Technological idealism: the case of the thorium fuel cycle. In R Bhasakar, C Frank, KG Høyer, P Næss, & J Parker (Eds.), *Interdisciplinarity and climate change: transforming knowledge and practice for our global future* (pp. 164–182). New York: Routledge.

Höll, O (2006). Entwicklungspolitik. In H Dachs (Ed.), *Politik in Österreich. Das Handbuch* (pp. 884–904). Wien: MANZ'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung.

Hufbauer, GC, Charnovitz, S, & Kim, J (2009). *Global warming and the world trading system*. Washington, DC: Peterson Institute for International Economics.

IPPC. (2007a). Historical overview of climate change science. In S Solomon, D Qin, M Manning, Z Chen, M Marquis, KB Averyt, M Tignor, & HL Miller (Eds.), *Climate Change 2007: The physical science basis – the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change* (pp. 93–127). Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press.

IPPC. (2007b). *Climate change 2007: The physical science basis – errata for the working Group - fourth assessment report*. Cambridge, United Kingdom and New York, USA: Cambridge University Press. <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-errata.pdf>. Acessado em: 31 March 2012.

Kates, RW, Clark, WC, Corell, R, Hall, J M, Jaeger, CC, Lowe, I, McCarthy, JJ, Schellnhuber, HJ, Bolin, B, Dickson, NM, Faucheux, S, Gallopin, GC, Grubler, A, Huntley, B, Jäger, J, Jodha, NS, Kasperson, RE, Mabogunje, A, Matson, P, Mooney, H, Moore, B, III, O'Riordan, T, & Svedin, U (2001). Environment and development: sustainability science. *Science*, 292(5517), 641–642.

Krausmann, F, Fischer-Kowalski, M, Schandl, H, & Eisenmenger, N (2008). The global sociometabolic transition: past and present metabolic profiles and their future trajectories. *Journal of Industrial Ecology*, 12(5), 637–656.

Kreisky, E, & Löffler, M (2010). Demokratietheorieentwicklung im Kontext gesellschaftlicher Paradigmen. *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft*, 39(4), 89–104.

Kuhlmann, S (2001). Future governance of innovation policy in Europe – three scenarios. *Research Policy*, 30, 953–976.

Le Monde diplomatique (Ed.). (2009). Atlas der globalisierung – sehen und verstehen, was die welt bewegt. Paris/Berlin: Le Monde diplomatique/taz.

Lundvall, B-Å (Ed.). (1992). National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning. London: Pinter Publishers.

Meyer, B (2008). Wie muss die wirtschaft umgebaut werden? Perspektiven nachhaltiger Entwicklung, Lizenzausgabe für die bundeszentrale für politische bildung. Frankfurt am Main/Bonn: Fischer Taschenbuch Verlag.

Müller, M, & Niebert, K (2009). Epochenwechsel – plädoyer für einen grünen new deal. München: Oekom Verlag.

Nowotny, H, Scott, P, & Gibbons, M (2003). Mode 2 revisited: the new production of knowledge. *Minerva*, 41, 179–194.

O'Donnell, G (2004). Human development, human rights, and democracy. In G O'Donnell, JV Cullell, & OM Iazzetta (Eds.), *The quality of democracy. Theory and applications* (pp. 9–92). Notre Dame, Indiana: University of Notre Dame Press.

OECD. (2009). *OECD-Factbook 2009 – economic, environmental and social statistics – special focus: inequality*. Paris: OECD Publishing.

OECD. (2010). *OECD-Factbook 2010 – economic, environmental and social statistics – special focus: the crisis and beyond*. Paris: OECD Publishing.

Otzelberger, A (2011). *Gender-responsive strategies on climate change: Recent progress and ways forward for donors*. BRIDGE: development – gender. Brighton: Institute of Development Studies. http://www.bridge.ids.ac.uk/vfile/upload/4/document/1107/Gender%20responsive%20strategies%20on%20climate%20change_progress%20and%20ways%20forward%20for%20donors.pdf.

Parker, J (2010). *Towards a dialectics of knowledge and care in the global system*.

In R Bhasakar, C.Frank, K G Høyer, P Næss, & J Parker (Eds.), *Interdisciplinarity and climate change: transforming knowledge and practice for our global future* (pp. 205–226). New York: Routledge.

Rommetveit, K, Funtowicz, S, & Strand, R (2010). Knowledge, democracy and action in response to climate change. In R Bhasakar, C Frank, K G Høyer, P Næss, & J Parker (Eds.), *Interdisciplinarity and climate change: transforming knowledge and practice for our global future* (pp. 149–163). New York: Routledge.

Schumpeter, J A (1976). *Capitalism, socialism and democracy*. New York: Harper Perennial.

Sen, A (2007). *Ökonomie für den Menschen – Wege zur Gerechtigkeit und Solidarität in der Marktwirtschaft; Aus dem Englischen von C. Goldmann* (4th ed.). München: Deutscher Taschenbuch Verlag.

Stern, N (2009). *The global deal – climate change and the creation of a new era of progress and prosperity*. New York: Public Affairs.

Tilly, C (2007). *Democracy*. New York: Cambridge University Press.

Ullrich, PA (2006). *Politische Kultur der Bevölkerung*. In H Dachs (Ed.), *Politik in Österreich. Das Handbuch* (pp. 513–524). Vienna: MANZ'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung.

United Nations. (1987a). *Report of the world commission on Environment and Development (42/187)*. New York: United Nations. <http://www.un-documents.net/a42r187.htm>. Acessado em: 31 March 2012.

United Nations. (1987b). *Report of the World Commission on Environment and Development: “our common future”*. New York: United Nations. <http://worldinbalance.net/pdf/1987-brundtland.pdf>. Acessado em: 31 March 2012. UNDP. (2007). *Human Development Report 2007/2008. Fighting climate change:*

human solidarity in a divided world. New York: United Nations Development Program. <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2007-2008>. Acessado em: 31 March 2012.

UNDP. (2010). *Human Development Report 2010 (20th Anniversary Edition) – The real wealth of nations: pathways to human development*. New York: United Nations Development Program. http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2010_EN_Complete_reprint.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

UNDP. (2011). *Human Development Report 2011 – Sustainability and equity: a better future for all*. New York: United Nations Development Program. <http://hdr.undp.org/en/reports/global/hdr2011/>. Acessado em: 31 March 2012.

UNEP. (2008). *Green jobs: towards decent work in sustainable, low-carbon world*. Washington/New York: United Nations Environment Program. http://www.unep.org/labour_environment/PDFs/Greenjobs/UNEP-Green-Jobs-Report.pdf. Acessado em: 31 March 2012.

Texto publicado originalmente na língua inglesa em: Carayannis et al.: *The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation*. *Journal of Innovation and Entrepreneurship* 2012 1:2. doi:10.1186/2192-5372-1-2, distribuído no formato de acesso livre de acordo com a licença [Creative Commons CC BY](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Artigo recebido em: 28/10/2021
Autores convidados.