

Influential Article Review - Systems And Systems Theory, Clusters And Networks

Brooke Roberson

Jasmine Jacobs

Bridget Hoffman

This paper examines operations. We present insights from a highly influential paper. Here are the highlights from this paper: With the comprehensive term of “Mode 3,” we want to draw a conceptual link between systems and systems theory and want to demonstrate further how this can be applied to knowledge in the next steps. Systems can be understood as being composed of “elements”, which are tied together by a “self-rationale”. For innovation, often innovation clusters and innovation networks are being regarded as important. By leveraging systems theory for innovation concepts, one can implement references between the elements of a system and clusters (innovation clusters) and the self-rationale of a system and that of networks (innovation networks). One advantage of this approach is that it makes the tools of systems theory effectively available for research on innovation. Based on original research about the European Union, also the concept of a multi-level hierarchy promises conceptual opportunities. Further integrating systems theory, we can speak of multi-level systems of knowledge (following different levels of aggregation) and multi-level systems of innovation (also following different levels of aggregation). The popular and powerful concept of the national innovation system is being chronically challenged by continuous and ongoing processes of supranational and global integration. Conceptually unlocking the national innovation systems in favor of a broader multi-level logic implies furthermore to accept the existence of national innovation systems but, at the same time, also to emphasize their global embeddedness. Our suggested catchphrase of “Mode 3”, therefore, integrates several considerations that want to relate systems theory, knowledge, and innovation more directly to each other, and this should be understood as a contribution to a dynamically evolving general discourse on the topics of knowledge and innovation. For our overseas readers, we then present the insights from this paper in Spanish, French, Portuguese, and German.

Keywords: Clusters, Mode 3, Mode 3 knowledge production systems, Multi-level systems, Networks, Quadruple and quintuple helix innovation systems, Systems, Systems theory

SUMMARY

- After having elaborated on systems and systems theory, we want to focus on linking this systems perspective with knowledge. Knowledge—and consequently the «knowledge system» —should be regarded as an aggregated term or concept. Referring analytically to «multi-level systems» can leverage important conceptual advantages and benefits. Conceptual «multi-level» architectures

already are being used frequently for analyzing and evaluating the supranational structures of the European Union. In fact, speaking about multi-level governance originates from research about the EU. One could also reflect about multi-level legislation of the EU. Obviously, this logic of multi-levels may also be applied to other research areas and to alternative macro-political entities with a federal structure, for example, the USA. This would introduce interesting research designs, such as comparing multi-level EU and USA and to search for possible similarities and differences.

- Evaluated from an analytical perspective, it appears promising to import this EU-based research concept of multi-levels and to modify it specifically, so that it fits our research interests about knowledge. The logic of multi-levels implies there is one axis of further aggregation. Aggregation can be approached either functionally and/or geographically. If we are interested in displaying the knowledge system in the context of the architecture of multi-level systems, then we can propose two axes: an «education» axis and a «research» axis. Lundvall emphasizes an understanding of modern Western nation states as «engines of growth». Also, Nelson paraphrases capitalism as an «engine of progress». Discussing the objectives of innovation policy, Lundvall underscores the government goal of supporting economic growth. Kuhlmann defines as primary objective for a public innovation policy the enhancement of the competitiveness of an economy.
- The functional aggregation of the research axis of knowledge allows for different options of how research, S&T, and innovation could be related to each other. Concerning the placement of innovation, it reflects a broad consensus to interpret innovation as the most comprehensive concept. Regarding more specifically the vis-à-vis placement of R&D and S&T, there is certainly room for an interesting debate. R&D, S&T, and innovation: in a conventional understanding, R&D is less aggregative than S&T. This may be made plausible by referring to empirically based indicators. Expenditure on R&D and S&T can be expressed in percentage terms of the GDP. ICT certainly qualifies as a subcategory of S&T expenditure. A comparison of the advanced OECD countries clearly demonstrates that already ICT expenditure alone consumes a larger percentage proportion of GDP than all the R&D expenditure. R&D/S&T and innovation: this approach is inclined to speak of one integrated R&D and S&T system and not to see R&D and S&T as two distinct and different systems. Policies represent one possibility, how politics may want to leverage an influence on processes in different social systems. Through economic policy, the political system can impact the economic system directly; through education policy, the education system; and through R&D policy, the R&D system. Through innovation policy, however, which recognizes more specifically the conditions and ramifications of knowledge, the political system also projects an indirect and «mediated, » knowledge-tailored, influence on the economic system. This understanding underscores the interpretation and valuation of the innovation system as an interface between politics and the economy. The concept of the knowledge-based economy and society even suggests that in many contexts, an innovation policy may be more effective in supporting economic performance than traditional economic policy. In advanced societies, the indirect coupling of the political and economic systems, through the innovation system that overlaps with politics and the economy, gains considerably in importance.

HIGHLY INFLUENTIAL ARTICLE

We used the following article as a basis of our evaluation:

Carayannis, E. G., Campbell, D. F. J., & Rehman, S. S. (2016). Mode 3 knowledge production: Systems and systems theory, clusters, and networks. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 5(1), 1–24.

This is the link to the publisher's website:

<https://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-016-0045-9>

INTRODUCTION

Favoring a conceptual point of departure, the analysis is carried by three conceptual research questions. First, elaborate an interface between concepts of systems and concepts of networks (or innovation networks) by claiming analogies between (1) elements (parts) of a system and clusters and (2) and the self-rationale of a system and the networks. Just as the self-rationale holds together the elements of a system, a network ties together different clusters (an innovation network, thus, links different innovation clusters). Second, an application of systems theory is encouraged to the “world of knowledge,” by speaking of knowledge systems. Following the logic of a “multi-level” architecture, knowledge should be regarded as an aggregated concept; while innovation represents a highly aggregated term, S&T (science and technology) is already less aggregated, and R&D (research and experimental development) is even less aggregated than S&T. This implies using the concept of multi-level systems of knowledge or when an emphasis should be put on innovation, to apply the concept of multi-level systems of innovation. Through policy, the political system tries to influence the economy (economic system) and the other systems of a society. One can seriously discuss to which extent a narrower economic policy is being replaced by a broader innovation policy. Third, the term “Mode 3” is being introduced, bridging systems theory and knowledge, thus emphasizing a knowledge systems perspective.

The article is structured into different sections. In the “Knowledge and systems and systems theory” section, we shortly refer to a first introduction and relation of “knowledge,” “systems,” and “systems theory,” indicating opportunities of a mutual leveraging. The “What is a system?” section is devoted to a detailed discussion and review of systems theory. It focuses on how a system can be defined, referring to the concepts of “elements” and “self-rationale” of a system. Constructivist notions are emphasized, implying that social (societal) systems cannot be understood independently of an “observer,” since they are not naturally predetermined but to a large extent “socially constructed”. A further emphasis is placed on designing a conceptual bridge between the elements/self-rationale of a system and clusters/networks. Clusters and networks (and networks of clusters and networks) express a crucial relevance for knowledge and innovation. Through bridging elements/self-rationale and clusters/networks, the application of systems theory and systemic notions to knowledge gains additional plausibility. In the “Knowledge and knowledge systems” section, the application of systems and systems theory to knowledge and innovation is pursued in more concrete terms. Explicitly, the appropriateness of a “multi-level hierarchy” is being tested. The ramifications of such a multi-level design can either follow the logic of multi-level systems of knowledge or multi-level systems of innovation. In advanced policy terms, a political system—which operates for governing a society (and economy)—not only aims to influence the economy through economic policy but also through innovation policy, which reflects on the knowledge base of a society and economy. An economic policy, perhaps, does not take the knowledge base that comprehensively into account. In the context of the “Results and discussion: the knowledge systems perspective of “Mode 3”” section, under the umbrella term of “Mode 3,” we again summarize our lines of arguments, by setting up a list of short propositions. In the final section (the “Conclusion: Mode 3 knowledge production in Quadruple and Quintuple Helix innovation systems” section), we explore how Mode 3 knowledge production systems relate to Quadruple and Quintuple Helix innovation systems.

CONCLUSION

Research can be understood as a form of knowledge production (knowledge creation) and innovation as a form of knowledge application (knowledge use), within a more general framework and design of knowledge (a knowledge architecture). Ultimately, systems of knowledge production can be linked and connected with systems of innovation. For the conclusion to our analysis here, we propose to think of ways of combining and integrating Mode 3 knowledge production systems with and in Quadruple and Quintuple Helix innovation systems. In the following paragraphs, we again summarize the conceptual key elements that characterize Mode 3 and Quadruple and Quintuple Helix from a more advanced systems perspective.

University research, in a traditional understanding and about universities in the sciences, focuses on basic research, often framed within a matrix of academic disciplines and without a particular interest in the practical use of knowledge and innovation. This model of university-based knowledge production also is

being called “Mode 1” of knowledge production (Gibbons et al. 1994). Mode 1 is also compatible with the linear model of innovation, which is often being referred to Bush (1945). The linear model of innovation asserts that first, there is basic research in university context; gradually, this university research will diffuse out into society and the economy. It is then the economy and the firms that pick up the lines of university research and develop these further into knowledge application and innovation, for the purpose of creating economic and commercial success in the markets outside of the higher education system. Within the frame of linear innovation, there is a sequential “first-then” relationship between basic research (knowledge production) and innovation (knowledge application).

The Mode-1-based understanding of knowledge production has been challenged by the new concept of “Mode 2” of knowledge production, which was developed and proposed by Gibbons et al. (1994, pp. 3–8, 167). Mode 2 emphasizes a knowledge application and a knowledge-based problem-solving that involves and encourages the following principles: “knowledge produced in the context of application,” “transdisciplinarity,” “heterogeneity and organizational diversity,” “social accountability and reflexivity,” and “quality control” (see furthermore Nowotny et al. 2001, 2003, 2006). Key in this setting is the focus on a knowledge production in contexts of application. Mode 2 expresses and encourages clear references to innovation and innovation models. The linear model of innovation also has become challenged by non-linear models of innovation, which are interested in drawing more direct connections between knowledge production and knowledge application, where basic research and innovation are being coupled together not in a first-then but in an “as well as” and “parallel” (parallelized) relationship (Campbell and Carayannis 2012). Mode 2 appears also to be compatible with non-linear innovation and its ramifications.

A “Mode 3” university, higher education institution, or higher education system would represent a type of organization or system that seeks creative ways of combining and integrating different principles of knowledge production and knowledge application (for example, Mode 1 and Mode 2), by this encouraging diversity and heterogeneity and by this also creating creative and innovative organizational contexts for research and innovation. Mode 3 encourages the formation of “creative knowledge environments” (Hemlin et al. 2004). “Mode 3 universities” and Mode 3 higher education institutions and systems are prepared to perform “basic research in the context of application” (Campbell and Carayannis 2013a, p. 34). This has furthermore qualities of non-linear innovation. Governance of higher education and governance in higher education must also be sensitive, whether a higher education institution operates based on Mode 1, Mode 2, or a combination of these in Mode 3. The concept of “epistemic governance” emphasizes that the underlying knowledge paradigms of knowledge production and knowledge application are being addressed by quality assurance and quality enhancement strategies, policies, and measures (Campbell and Carayannis 2013a, 2013b, 2016).

The Triple Helix innovation model concentrates on university-industry-government relations (Etzkowitz and Leydesdorff 2000). In that respect, Triple Helix represents a basic model for knowledge production and innovation application. The models of the Quadruple Helix and Quintuple Helix innovation systems are designed to already comprehend and to refer to an extended complexity in knowledge production and knowledge application (innovation); thus, the analytical architecture of these models is conceptualized broader. To use metaphoric terms, the Quadruple Helix embeds and contextualizes the Triple Helix, while the Quintuple Helix embeds and contextualizes the Quadruple Helix (and Triple Helix). The Quadruple Helix adds as a fourth helix the “media-based and culture-based public,” “civil society,” and “arts, artistic research, and arts-based innovation” (Carayannis and Campbell 2009, 2012, p. 14, and 2014; see also Danilda et al. 2009, and Bast et al. 2015). The Quadruple Helix also could be emphasized as the perspective that specifically brings in the “dimension of democracy” or the “context of democracy” for knowledge, knowledge production, and innovation. The Quintuple Helix innovation model is even more comprehensive in its analytical and explanatory stretch and approach, adding furthermore the fifth helix (and perspective) of the “natural environments of society” (Carayannis and Campbell 2010, p. 62).

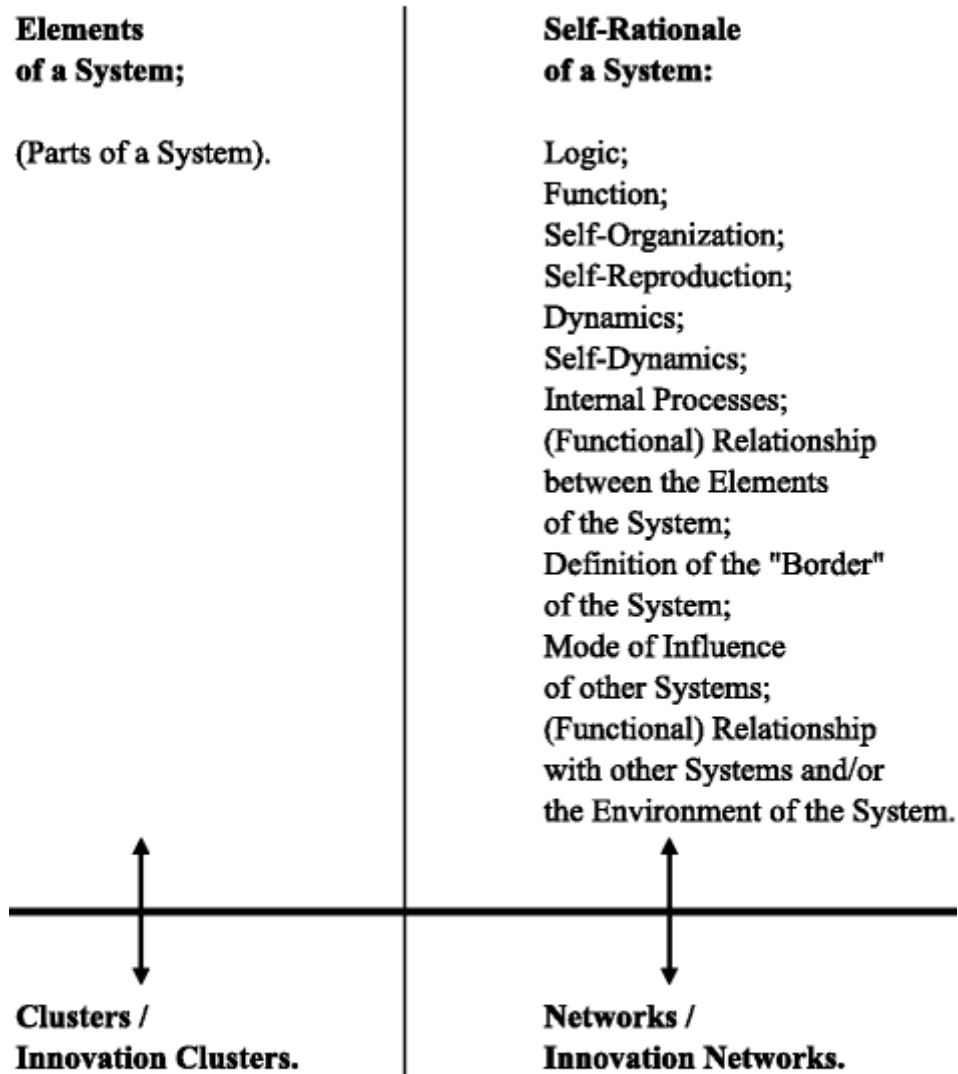
The Triple Helix is explicit in acknowledging the importance of higher education for innovation. However, it could be argued that the Triple Helix sees knowledge production and innovation in relation to economy; thus, the Triple Helix models first (primarily) the economy and economic activity. In that sense, the Triple Helix frames the knowledge economy. The Quadruple Helix brings in the additional perspective

of society (knowledge society) and of democracy (knowledge democracy). The Quadruple-Helix-innovation-system understanding emphasizes that sustainable development of and in economy (knowledge economy) requires that there be a co-evolution of knowledge economy and knowledge society and knowledge democracy. The Quadruple Helix even encourages the perspectives of knowledge society and of knowledge democracy for supporting, promoting, and advancing knowledge production (research) and knowledge application (innovation). Furthermore, the Quadruple Helix is also explicit that not only universities (higher education institutions) of the sciences but also universities (higher education institutions) of the arts should be regarded as decisive and determining institutions for advancing next-stage innovation systems: the interdisciplinary and transdisciplinary connecting of sciences and arts creates crucial and creative combinations for promoting and supporting innovation. Here, in fact, lies one of the keys for future success. The concept and term of “social ecology” refers to “society-nature interactions” between “human society” and the “material world” (see, for example, Fischer-Kowalski and Haberl 2007). The European Commission (2009) identified the necessary socio-ecological transition of economy and society not only as one of the great next-phase challenges but also as an opportunity for the further progress and advancement of the knowledge economy and knowledge society. The Quintuple Helix refers to this socio-ecological transition of society, economy, and democracy, the Quintuple Helix innovation system is therefore ecologically sensitive. Quintuple Helix bases its understanding of knowledge production (research) and knowledge application (innovation) on social ecology. Environmental issues (such as global warming) represent issues of concern and of survival for humanity and human civilization. But the Quintuple Helix translates environmental and ecological issues of concern also in potential opportunities, by identifying them as possible drivers for future knowledge production and innovation (Carayannis et al. 2012). This, finally, also defines opportunities for the knowledge economy. “The Quintuple Helix supports here the formation of a win-win situation between ecology, knowledge and innovation, creating synergies between economy, society and democracy” (Carayannis et al. 2012, p. 1).

APPENDIX

FIGURE 1 A FORMALIZED DEFINITION OF SYSTEMS AND OF INNOVATION CLUSTERS AND INNOVATION NETWORKS

Properties of a System



Functional Equivalent of Innovation Clusters and Networks with the Properties of a System

FIGURE 2
MULTI-LEVEL SYSTEMS OF KNOWLEDGE

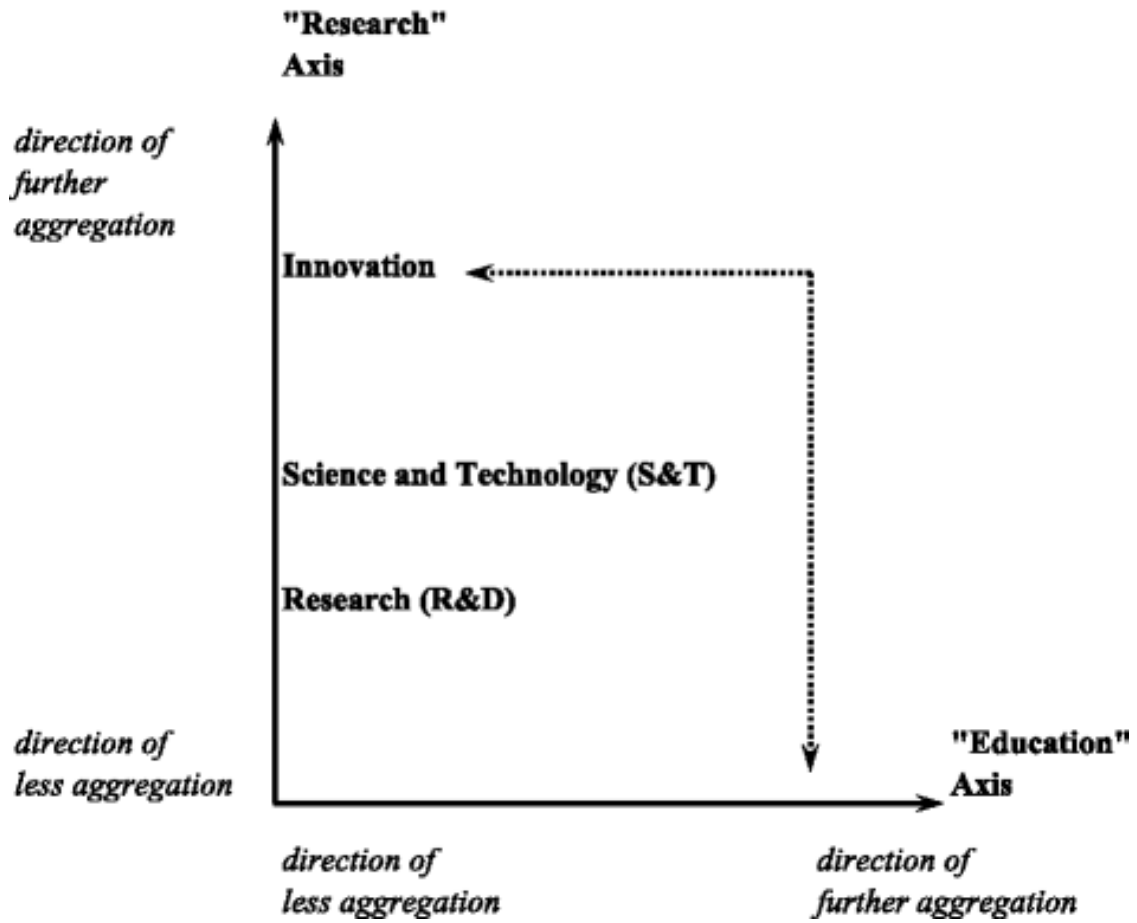


FIGURE 3
MULTI-LEVEL SYSTEMS OF INNOVATION: FUNCTIONAL AND GEOGRAPHICAL AGGREGATION

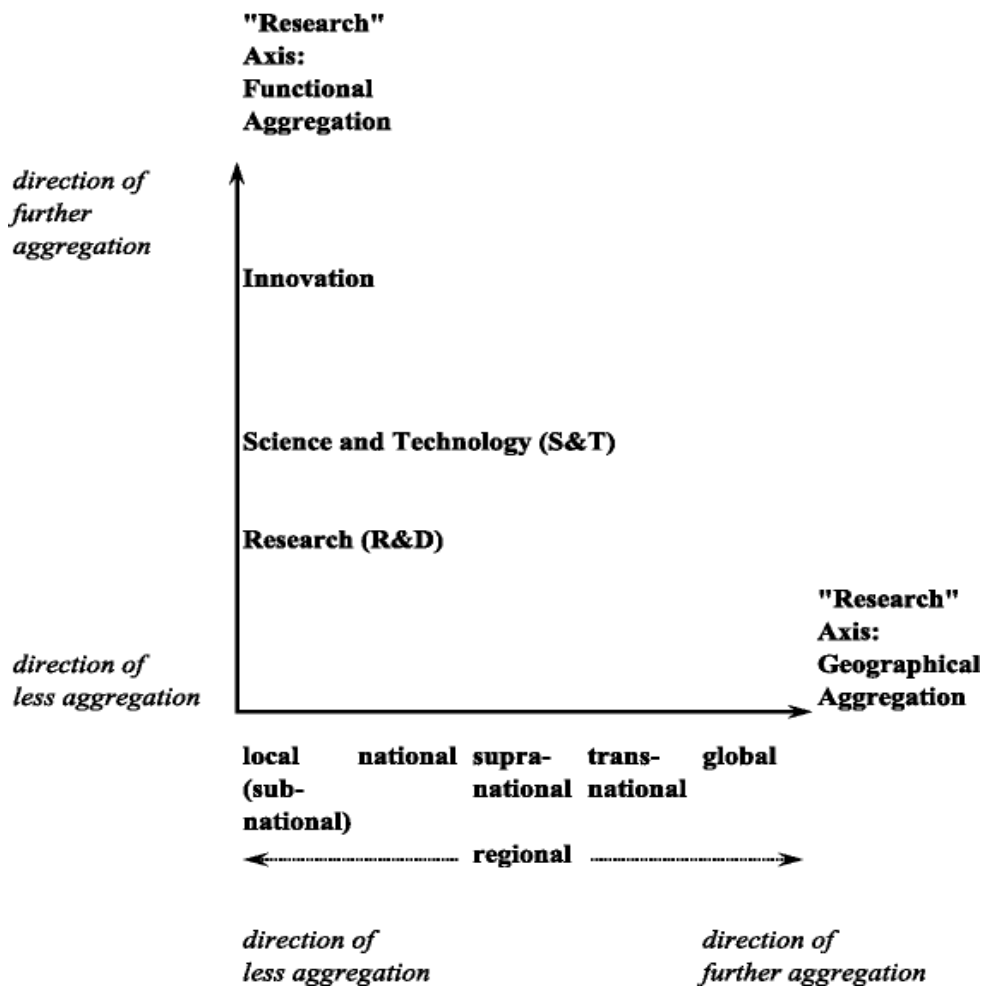


FIGURE 4
MULTI-LEVEL SYSTEMS OF INNOVATION: DIFFERENT FUNCTIONAL AGGREGATIONS

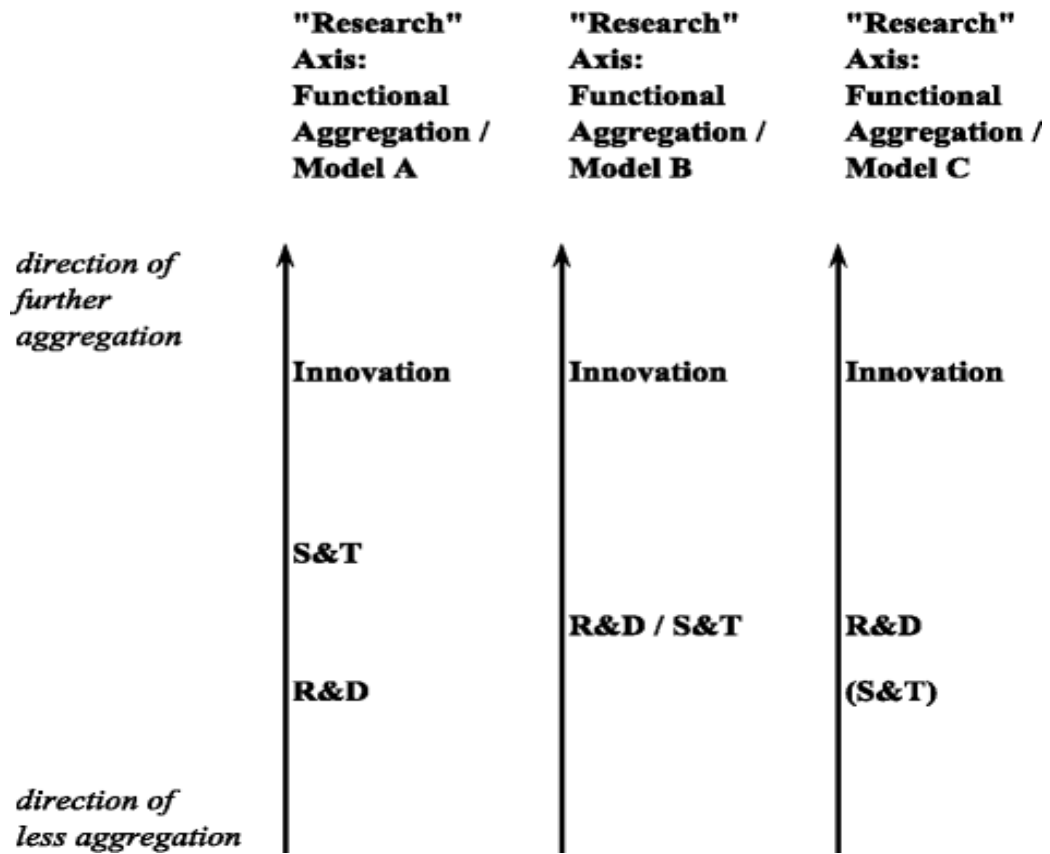


FIGURE 5
DIFFERENT SOCIETAL SYSTEMS

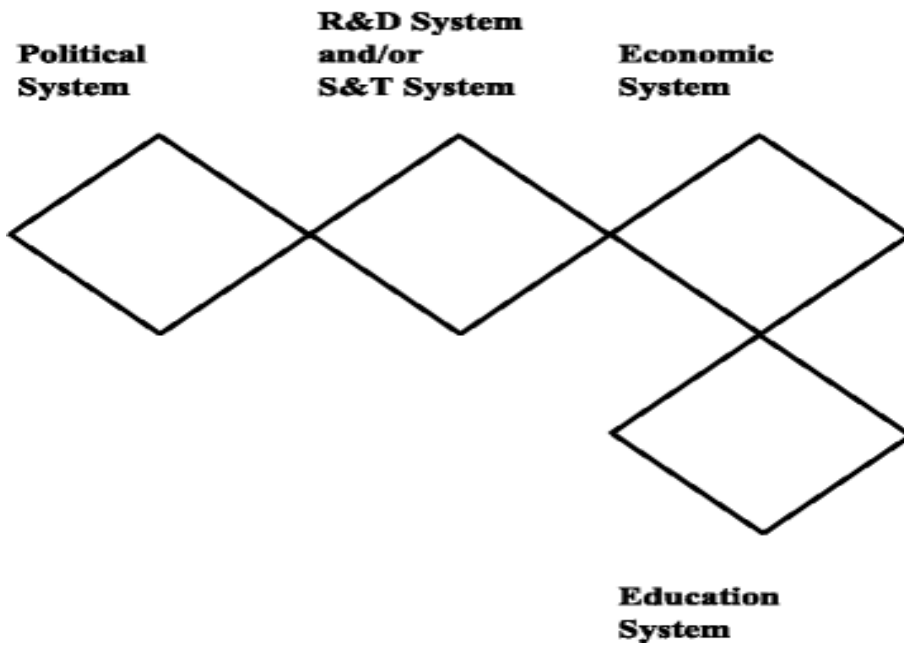


FIGURE 6
DIFFERENT SOCIETAL SYSTEMS: PLACEMENT OF THE INNOVATION SYSTEM

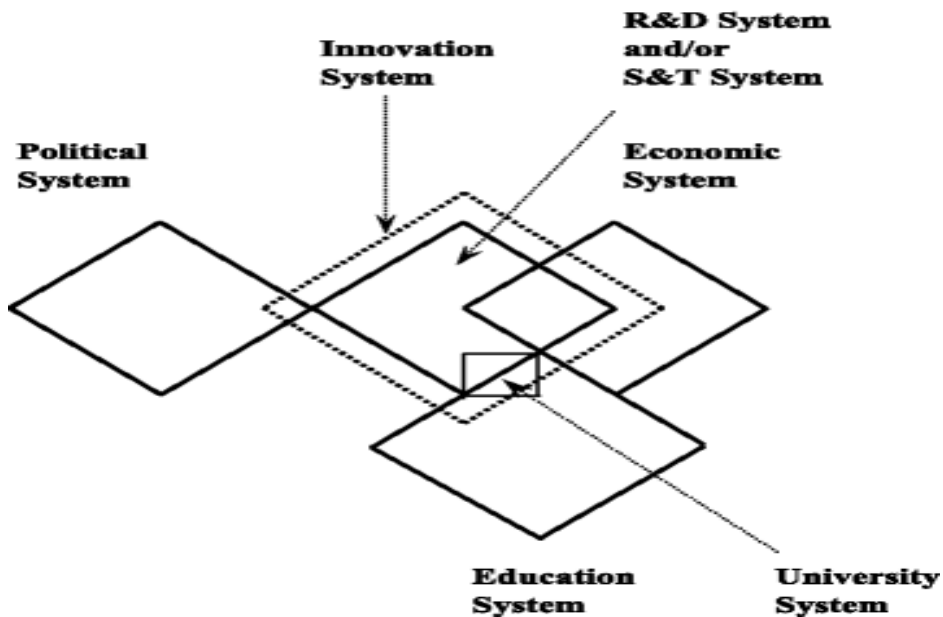
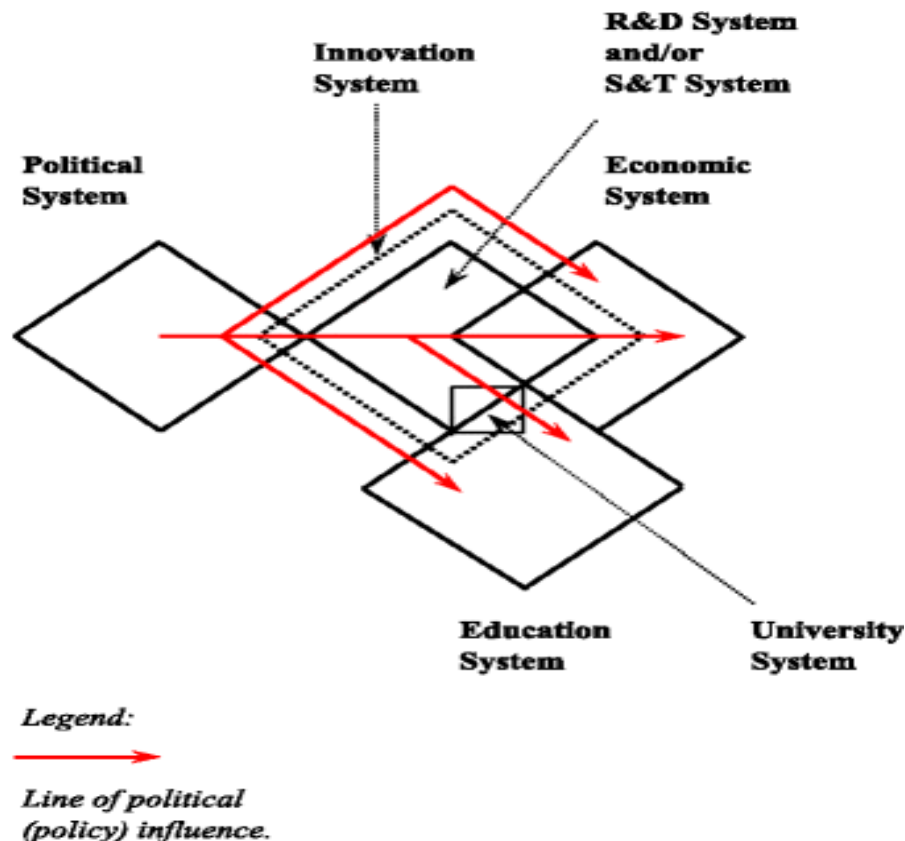


FIGURE 7
DIFFERENT SOCIETAL SYSTEMS: LINES OF POLITICAL (POLICY) INFLUENCE



REFERENCES

- Almond, G. A. (1956). Comparative political systems. *The Journal of Politics*, 18, 391–409.
- Ashby, W. R. (1965 [1952]). *Design for a brain*. London: Chapman and Hall.
- Balaam, D. N., & Veseth, M. (Eds.). (2001). *Introduction to political economy*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Barney, J. B. (2002). *Gaining and sustaining competitive advantage*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Bast, G., Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (Eds.). (2015). *Arts, research, innovation and society*. New York, NY: Springer.
<http://www.springer.com/business+%26+management/technology+management/book/978-3-319-09908-8>.
- Bomberg, E., & Stubb, A. (2003). Introduction, 3-18. In E. Bomberg & A. Stubb (Eds.), *The European Union: how does it work?* Oxford: Oxford University Press.
- Boulding, K. E. (1985). *The world as a total system*. Beverly Hills: Sage.
- Bozeman, B., & Dietz, J. S. (2001). Research policy trends in the United States: civilian technology programs, defense technology and the deployment of the national laboratories. In P. Larédo & P. Mustar (Eds.), *Research and innovation policies in the new global economy. An international comparative analysis* (pp. 47–78). Cheltenham: Edward Elgar.
- Bush, V. (1945). *Science: the endless frontier*. Washington, D.C.: United States Government Printing Office. <http://www.nsf.gov/od/lpa/nsf50/vbush1945.htm#transmittal>.
- Campbell, D. F. J. (2001). Politische Steuerung über öffentliche Förderung universitärer Forschung? Systemtheoretische Überlegungen zu Forschungs- und Technologiepolitik. *Österreichische Zeitschrift für Politikwissenschaft*, 30, 425–438.

- Campbell, D. F. J. (2003). The evaluation of university research in the United Kingdom and the Netherlands, Germany and Austria. In P. Shapira & S. Kuhlmann (Eds.), *Learning from Science and Technology Policy Evaluation. Experiences from the United States and Europe* (pp. 98–131). Cheltenham: Edward Elgar.
- Campbell, D. F. J. (2004). Multi-level systems of innovation: functional and geographical aggregation. Early unpublished conceptual drawing. Vienna.
- Campbell, D. F. J. (2006). The university/business research networks in science and technology: knowledge production trends in the United States, European Union and Japan. In E. G. Carayannis & D. F. J. Campbell (Eds.), *Knowledge creation, diffusion and use in innovation networks and knowledge clusters* (pp. 67–100). Westport, Connecticut: Praeger.
- Campbell, D. F. J., & Carayannis, E. G. (2012). Lineare und nicht-lineare Knowledge Production: innovative Herausforderungen für das Hochschulsystem. *Zeitschrift für Hochschulentwicklung*, 7(2), 64–72. <http://www.zfhe.at/index.php/zfhe/article/view/448>.
- Campbell, D. F. J., & Carayannis, E. G. (2013a). Epistemic governance in higher education. Quality enhancement of universities for development. *SpringerBriefs in Business*. New York, NY: Springer. <http://www.springer.com/business+%26+management/organization/book/978-1-4614-4417-6>.
- Campbell, D. F. J., & Carayannis, E. G. (2013b). Epistemic governance and epistemic innovation policy. In E. G. Carayannis, I. N. Dubina, N. Seel, D. F. J. Campbell, & D. Uzunidis (Eds.), *Encyclopedia of creativity, invention, innovation and entrepreneurship*. New York, NY (pp. 697–702).
- Campbell, D. F. J., & Carayannis, E. G. (2016). Epistemic governance and epistemic innovation policy. *Technology, Innovation and Education*, 2, 2. <http://technology-innovation-education.springeropen.com/articles/10.1186/s40660-016-0008-2>.
- Campbell, D. F. J., & Felderer, B. (1997). Evaluating academic research in Germany. Patterns and policies. Vienna, Institute for Advanced Studies (IHS): Political Science Series No. 48. http://www.ihs.ac.at/publications/pol/pw_48.pdf.
- Campbell, D. F. J., & Schaller, C. (Eds.). (2002). *Demokratiequalität in Österreich. Zustand und Entwicklungsperspektiven*. Opladen: Leske + Budrich.
- Campbell, D. F. J., & Sükösd, M. (Eds.). (2002). *Feasibility study for a quality ranking of democracies*. Vienna: Global Democracy Ranking.
- Campbell, D. F. J., & Sükösd, M. (Eds.). (2003). *Global quality ranking of democracies: pilot ranking 2000*. Vienna: Global Democracy Ranking. http://democracyranking.org/wordpress/ranking/2000/data/folder_a4-e-03.pdf.
- Campbell, D. F. J., Liebhart, K., Martinsen, R., Schaller, C., & Schedler, A. (1996). Vorwort, 5. In D. F. J. Campbell, K. Liebhart, R. Martinsen, C. Schaller, & A. Schedler (Eds.), *Die Qualität der österreichischen Demokratie. Versuche einer Annäherung*. Vienna: Manz.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2009). “Mode 3” and “Quadruple Helix”: toward a 21st century fractal innovation ecosystem. *International Journal of Technology Management*, 46(3/4), 201–234. http://www.inderscience.com/search/index.php?action=record&rec_id=23374&prevQuery=&ps=10&m=or.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (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.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2012). Mode 3 knowledge production in Quadruple Helix Innovation Systems. 21st-century democracy, innovation, and entrepreneurship for development. *SpringerBriefs in Business*. New York, NY: Springer. <http://www.springer.com/business+%26+management/book/978-1-4614-2061-3>.

- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (2014). Developed democracies versus emerging autocracies: arts, democracy, and innovation in quadruple helix innovation systems. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 3, 12. <http://innovation-entrepreneurship.springeropen.com/articles/10.1186/s13731-014-0012-2>.
- Carayannis, E. G., & Campbell, D. F. J. (Eds.). (2006). *Knowledge creation, diffusion and use in innovation networks and knowledge clusters: a comparative systems approach across the United States, Europe and Asia*. Westport, Connecticut: Praeger.
- Carayannis, E. G., Barth, T. D., & Campbell, D. F. J. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, 1(1), 1–12. <http://www.innovation-entrepreneurship.com/content/pdf/2192-5372-1-2.pdf>.
- Cooper, B., Kornberg, A., & Mishler, W. (Eds.). (1988). *The resurgence of conservatism in Anglo-American democracies*. Durham: Duke University Press.
- Crane, G. T., & Amawi, A. (Eds.). (1997). *The theoretical evolution of international political economy*. Oxford: Oxford University Press.
- Danilda, I., Lindberg, M., & Torstensson, B.-M. (2009). Women Resource Centres. A quattro helix innovation system on the European agenda. Paper.
- Downs, A. (1957). *An economic theory of democracy*. New York: Harper.
- Easton, D. (1965a). Political life as a system of behavior. In D. Easton (Ed.), *A framework for political analysis* (pp. 23–34). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Easton, D. (1965b). Theory and behavioral research. In D. Easton (Ed.), *A framework for political analysis* (pp. 1–22). Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Easton, D. (Ed.). (1965c). *A framework for political analysis*. Englewood Cliffs: Prentice-Hall.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as “quasi-firms”: the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32, 109–121.
- 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.
- Fischer-Kowalski, M., & Haberl, H. (Eds.). (2007). *Socioecological transitions and global change. Trajectories of social metabolism and land use*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Foerster, H. V. (1979). Cybernetics of cybernetics. In K. Krippendorff (Ed.), *Communication and control in society* (pp. 5–8). New York: Gordon and Breach.
- Foerster, H. V. (1984b). On self-organizing systems and their environments. In H. V. Foerster (Ed.), *Observing systems* (pp. 2–24). Seaside, California: Intersystems Publications.
- Foerster, H. V. (Ed.). (1984a). *Observing systems*. Seaside, California: Intersystems Publications.
- Foerster, H. V., & Zopf, G. W., Jr. (Eds.). (1962). *Principles of self-organization*. Oxford: Pergamon Press.
- Freedom House. (2003). *Freedom in the world 2003: the annual survey of political rights and civil liberties*. Washington, D.C., New York: Freedom House.
- Freedom House. (2004a). *Freedom in the world 2004: global freedom gains amid terror, uncertainty*. Washington, D.C., New York: Freedom House.
- Freedom House. (2004b). *Freedom in the world country ratings (1972 through 2003)*. Washington, DC, New York: Freedom House.
- Frieden, J. A., & Lake, D. A. (Eds.). (2000). *International political economy. Perspectives on global power and wealth*. Boston: Bedford.
- Geuna, A., & Steinmueller, W. E. (Eds.). (2003). *Science and innovation. Rethinking the rationales for funding and governance*. Cheltenham: Edward Elgar.
- 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.

- Grant, R. M. (2002). *Contemporary strategy analysis. Concepts, techniques, applications*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Gripp-Hagelstange, H. (1995). *Niklas Luhmann. Eine Einführung*. München: Wilhelm Fink.
- Güttel, W. H. (2003). *Die Identifikation strategischer immaterieller Vermögenswerte im Post-Merger-Integrationsprozess. Ressourcen- und Wissensmanagement bei Mergers-and-Acquisitions*. München: Rainer Hampp.
- Held, D., McGrew, A., Goldblatt, D., & Perraton, J. (1999). *Global transformations. Politics, economics and culture*. Cambridge: Polity Press.
- Hemlin, S., Allwood, C. M., & Martin, B. R. (2004). *Creative knowledge environments. The influences on creativity in research and innovation*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Hooghe, L., & Marks, G. (2001). *Multi-level governance and European integration*. Lanham: Rowman & Littlefield Publishers.
- IMD, International Institute for Management Development. (1996). *The world competitiveness yearbook 1996*. Lausanne: IMD.
- IMD, International Institute for Management Development. (2003a). *The world competitiveness scoreboard 2003*. Lausanne: IMD. <http://www02.imd.ch/documents/wcy/content/ranking.pdf>.
- IMD, International Institute for Management Development. (2003b). *IMD world competitiveness yearbook 2003. Overall rankings (1999–2003)*. Lausanne: IMD. <http://www02.imd.ch/documents/wcy/content/pastranking.pdf>.
- IMD, International Institute for Management Development. (2004). *IMD world competitiveness yearbook 2004*. Lausanne: IMD. <http://www02.imd.ch/documents/wcy/wcyBookTour.pdf>.
- Kaiser, R., & Prange, H. (2004). The reconfiguration of national innovation systems—the example of German biotechnology. *Research Policy*, 33, 395–408.
- Krippendorff, K. (Ed.). (1979). *Communication and control in society*. New York: Gordon and Breach.
- Kuhlmann, S. (1998). *Politikmoderation. Evaluationsverfahren in der Forschungs- und Technologiepolitik*. Nomos: Baden-Baden.
- Kuhlmann, S. (2001). Future governance of innovation policy in Europe—three scenarios. *Research Policy*, 30, 953–976.
- Larédo, P., & Mustar, P. (Eds.). (2001). *Research and innovation policies in the new global economy. An international comparative analysis*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Luhmann, N. (1988a). Neuere Entwicklungen in der Systemtheorie. *Merkur*, 42, 292–300.
- Luhmann, N. (1988b). *Soziale Systeme. Grundriss einer allgemeinen Theorie*. Suhrkamp: Frankfurt am Main.
- Lundvall, B.-Å. (1992). *National systems of innovation. Towards a theory of innovation and interactive learning*. London: Pinter Publishers.
- Lundvall, B.-Å., & Tomlinson, M. (2002). International benchmarking as a policy learning tool. In M. J. Rodrigues (Ed.), *The New Knowledge Economy in Europe. A Strategy for International Competitiveness and Social Cohesion* (pp. 203–231). Cheltenham: Edward Elgar.
- Lundvall, B.-Å., Johnson, B., Andersen, E. S., & Dalum, B. (2002). National systems of production, innovation and competence building. *Research Policy*, 31, 213–231.
- Marin, B., & Mayntz, R. (Eds.). (1991). *Policy networks: empirical evidence and theoretical considerations*. Boulder: Westview Press.
- Maturana, H. R. (1975). The organization of the living: a theory of the living organization. *International Journal of Man—Machine Studies*, 7, 313–332.
- Maturana, H. R. (1985). *Erkennen: Die Organisation und Verkörperung von Wirklichkeit*. Vieweg: Braunschweig.
- Maturana, H. R., & Varela, F. J. (1979). *Autopoiesis and cognition. The realization of the living*. Boston: Reidel.
- Maturana, H. R., Varela, F. J., & Uribe, R. (1975). Autopoiesis: the organization of living systems, its characterization and a model. *Biosystems*, 5, 187–196.

- Mayntz, R. (1988). Funktionelle Teilsysteme in der Theorie sozialer Differenzierung. In R. Mayntz, B. Rosewitz, U. Schimank, & R. Stichweh (Eds.), *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme* (pp. 11–44). Frankfurt am Main: Campus.
- Mayntz, R., Rosewitz, B., Schimank, U., & Stichweh, R. (Eds.). (1988). *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme*. Frankfurt am Main: Campus.
- Mowery, D. C. (2001). The United States national innovation system after the Cold War. In P. Larédo & P. Mustar (Eds.), *Research and Innovation Policies in the New Global Economy. An International Comparative Analysis* (pp. 15–46). Cheltenham: Edward Elgar.
- National Science Board. (2002). *Science and engineering indicators 2002. Volume 1 and volume 2*. Arlington, VA: National Science Foundation.
- Nelson, R. R. (1990). Capitalism as an engine of progress. *Research Policy*, 19, 193–214.
- Nelson, R. R. (1993). *National innovation systems. A comparative analysis*. Oxford: Oxford University Press.
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2001). *Re-thinking science. Knowledge and the public in an age of uncertainty*. Cambridge: Polity Press.
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2003). Mode 2 revisited: the new production of knowledge. *Minerva*, 41, 179–194.
- Nowotny, H., Scott, P., & Gibbons, M. (2006). Re-thinking science: mode 2 in societal context. In E. G. Carayannis & D. F. J. 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. 39–51). Westport, Connecticut: Praeger.
- OECD (1994). *The measurement of scientific and technological activities. Proposed standard practice for surveys of research and experimental development. Frascati Manual 1993*. Paris.
- OECD (2002). *Education policy analysis*. Paris
- OECD (2003a). *Basic science and technology statistics*. Paris
- OECD (2003b). *Education at a glance. OECD Indicators*
- OECD (2003c). *Main science and technology indicators*. Paris
- Paslack, R. (1991). *Urgeschichte der Selbstorganisation*. Vieweg: Braunschweig.
- Peters, B. G. (1998). *Comparative politics. Theory and methods*. London: Macmillan.
- Pettigrew, A., Thomas, H., & Whittington, R. (Eds.). (2002). *Handbook of strategy and management*. London: Sage.
- Pfeffer, T. (2001). *Das "zirkuläre Fragen" als Forschungsmethode zur Luhmannschen Systemtheorie*. Heidelberg: Carl-Auer-Systeme Verlag.
- Rosewitz, B., & Schimank, U. (1988). Verselbständigung und politische Steuerbarkeit gesellschaftlicher Teilsysteme. In R. Mayntz, B. Rosewitz, U. Schimank, & R. Stichweh (Eds.), *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme* (pp. 295–329). Frankfurt am Main: Campus.
- Roth, G., & Schwegler, H. (Eds.). (1981). *Self-organizing systems. An interdisciplinary approach*. Frankfurt am Main: Campus.
- Sabatier, P. A. (1999). *Theories of the policy process*. Boulder: Westview Press.
- Sabatier, P. A., & Jenkins-Smith, H. C. (Eds.). (1993). *Policy change and learning: an advocacy coalition approach*. Boulder: Westview Press.
- Shapira, P., & Kuhlmann, S. (Eds.). (2003). *Learning from science and technology policy evaluation. Experiences from the United States and Europe*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Stichweh, R. (1988a). Differenzierung des Wissenschaftssystems. In R. Mayntz, B. Rosewitz, U. Schimank, & R. Stichweh (Eds.), *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme* (pp. 45–115). Frankfurt am Main: Campus.
- Stichweh, R. (1988b). Inklusion in Funktionssysteme der modernen Gesellschaft. In R. Mayntz, B. Rosewitz, U. Schimank, & R. Stichweh (Eds.), *Differenzierung und Verselbständigung. Zur Entwicklung gesellschaftlicher Teilsysteme* (pp. 261–293). Frankfurt am Main: Campus.

- Tassey, G. (2001). R&D policy models and data needs. In M. P. Feldman & A. N. Link (Eds.), *Innovation policy in the knowledge-based economy* (pp. 37–71). Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Umpleby, S. A. (1990). The science of cybernetics and the cybernetics of science. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 21, 109–121.
- Umpleby, S. A. (1997). Cybernetics of conceptual systems. *Cybernetics and Systems: An International Journal*, 28, 635–652.
- Umpleby, S. A. (2002). Should knowledge of management be organized as theories or as methods? In R. Trappl (Ed.), *Cybernetics and systems 2002. Volume 1* (pp. 492–497). Vienna: Austrian Society for Cybernetic Studies.
- Willke, H. (1989). *Systemtheorie entwickelter Gesellschaften. Dynamik und Riskanz moderner gesellschaftlicher Selbstorganisation*. München: Juventa Verlag Weinheim.
- Willke, H. (1997). *Supervision des Staates*. Suhrkamp: Frankfurt am Main.
- Willke, H. (1998). *Systemtheorie III: Steuerungstheorie*. Stuttgart: Lucius & Lucius Verlagsgesellschaft.
- World Bank (2002). *World development indicators 2002*. Washington, DC
- Yergin, D., & Stanislaw, J. (2002). *The commanding heights. The battle for the world economy*. New York: Simon & Schuster.

TRANSLATED VERSION: SPANISH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUCIDA: ESPAÑOL

A continuación se muestra una traducción aproximada de las ideas presentadas anteriormente. Esto se hizo para dar una comprensión general de las ideas presentadas en el documento. Por favor, disculpe cualquier error gramatical y no responsabilite a los autores originales de estos errores.

INTRODUCCIÓN

Favoreciendo un punto de partida conceptual, el análisis se lleva a cabo por tres preguntas de investigación conceptual. En primer lugar, elaborar una interfaz entre los conceptos de sistemas y conceptos de redes (o redes de innovación) reivindicando analogías entre (1) elementos (partes) de un sistema y clústeres y (2) y la autodistensión de un sistema y las redes. Así como la autodiscendencia reúne los elementos de un sistema, una red une diferentes clústeres (una red de innovación, por lo tanto, vincula diferentes clústeres de innovación). En segundo lugar, se fomenta la aplicación de la teoría de los sistemas al "mundo del conocimiento", hablando de sistemas de conocimiento. Siguiendo la lógica de una arquitectura "multinivel", el conocimiento debe considerarse como un concepto agregado; mientras que la innovación representa un término muy agregado, el S&T (ciencia y tecnología) ya está menos agregado, y la I+D (investigación y desarrollo experimental) es aún menos agregada que la S&T. Esto implica utilizar el concepto de sistemas de conocimientos multinivel o cuando se debe hacer hincapié en la innovación, para aplicar el concepto de sistemas multinivel de innovación. A través de la política, el sistema político trata de influir en la economía (sistema económico) y en los demás sistemas de una sociedad. Se puede discutir seriamente en qué medida una política económica más estrecha está siendo reemplazada por una política de innovación más amplia. En tercer lugar, se está introduciendo el término "Modo 3", que une la teoría y el conocimiento de los sistemas, haciendo hincapié así en la perspectiva de los sistemas de conocimiento.

El artículo está estructurado en diferentes secciones. En la sección "Teoría del conocimiento y los sistemas y sistemas", en breve nos referimos a una primera introducción y relación de "conocimiento", "sistemas" y "teoría de sistemas", que indica las oportunidades de un apalancamiento mutuo. La sección

"¿Qué es un sistema?" se dedica a una discusión detallada y revisión de la teoría de sistemas. Se centra en cómo se puede definir un sistema, refiriéndose a los conceptos de "elementos" y "auto-racionalidad" de un sistema. Se enfatizan las nociones constructivistas, lo que implica que los sistemas sociales (sociales) no pueden entenderse independientemente de un "observador", ya que no están naturalmente predeterminados, sino que en gran medida están "construidos socialmente". Se hace más hincapié en el diseño de un puente conceptual entre los elementos/autodiscernidad de un sistema y los clusters/redes. Los clústeres y redes (y las redes de clústeres y redes) expresan una relevancia crucial para el conocimiento y la innovación. Mediante la superación de elementos/autodiscernidad y clusters/redes, la aplicación de la teoría de sistemas y las nociones sistémicas al conocimiento adquieren verosimilitud adicional. En la sección "Sistemas de conocimiento y conocimiento", la aplicación de la teoría de sistemas y sistemas al conocimiento y la innovación se persigue en términos más concretos. Explícitamente, se está probando la idoneidad de una "jerarquía de varios niveles". Las ramificaciones de un diseño de este tipo de varios niveles pueden seguir la lógica de los sistemas de conocimiento de varios niveles o de los sistemas de innovación de varios niveles. En términos avanzados de política, un sistema político, que funciona para gobernar una sociedad (y una economía), no sólo tiene como objetivo influir en la economía a través de la política económica, sino también a través de la política de innovación, que se refleja en la base de conocimiento de una sociedad y una economía. Una política económica, tal vez, no tiene en cuenta la base de conocimientos que se tiene en cuenta de manera integral. En el contexto de la sección "Resultados y discusión: la perspectiva de los sistemas de conocimiento de la sección "Modo 3", bajo el término general de "Modo 3", resumimos de nuevo nuestras líneas de argumentos, estableciendo una lista de propuestas cortas. En la sección final (la sección "Conclusión: producción de conocimiento de Modo 3 en sistemas de innovación Cuádruple y Quintuple Helix"), exploramos cómo los sistemas de producción de conocimiento de Modo 3 se relacionan con los sistemas de innovación Cuádruple y Quintuple Helix.

CONCLUSIÓN

La investigación puede entenderse como una forma de producción de conocimiento (creación de conocimiento) e innovación como una forma de aplicación del conocimiento (uso del conocimiento), dentro de un marco más general y diseño del conocimiento (una arquitectura del conocimiento). En última instancia, los sistemas de producción de conocimiento pueden vincularse y conectarse con sistemas de innovación. Para la conclusión de nuestro análisis aquí, proponemos pensar en formas de combinar e integrar los sistemas de producción de conocimiento del Modo 3 con y en los sistemas de innovación Cuádruple y Quintuple Helix. En los párrafos siguientes, resumimos de nuevo los elementos clave conceptuales que caracterizan el modo 3 y el cuádruple y Quintuple Helix desde una perspectiva de sistemas más avanzada.

La investigación universitaria, en un entendimiento tradicional y sobre las universidades de las ciencias, se centra en la investigación básica, a menudo enmarcada dentro de una matriz de disciplinas académicas y sin un interés particular en el uso práctico del conocimiento y la innovación. Este modelo de producción de conocimiento basado en universidades también se llama "Modo 1" de producción de conocimiento (Gibbons et al. 1994). El modo 1 también es compatible con el modelo lineal de innovación, que a menudo se refiere a Bush (1945). El modelo lineal de innovación afirma que, en primer lugar, hay investigación básica en el contexto universitario; poco a poco, esta investigación universitaria se difundirá en la sociedad y la economía. Es entonces la economía y las empresas las que recogen las líneas de la investigación universitaria y las desarrollan en la aplicación del conocimiento y la innovación, con el fin de crear éxito económico y comercial en los mercados fuera del sistema de educación superior. En el marco de la innovación lineal, existe una relación secuencial "primero y entonces" entre la investigación básica (producción de conocimientos) y la innovación (aplicación del conocimiento).

La comprensión basada en el Modo 1 de la producción de conocimientos ha sido cuestionada por el nuevo concepto de "Modo 2" de producción de conocimiento, que fue desarrollado y propuesto por Gibbons et al. (1994, págs. 3–8, 167). El modo 2 hace hincapié en una aplicación del conocimiento y en una resolución de problemas basada en el conocimiento que implica y fomenta los siguientes principios:

"conocimiento producido en el contexto de la aplicación", "trans disciplinaridad", "heterogeneidad y diversidad organizacional", "responsabilidad social y reflexividad" y "control de calidad" (véase además Nowotny et al. 2001, 2003, 2006). La clave de esta configuración es el enfoque en una producción de conocimiento en contextos de aplicación. El modo 2 expresa y fomenta claras referencias a los modelos de innovación e innovación. El modelo lineal de innovación también se ha desafiado por los modelos no lineales de innovación, que están interesados en establecer conexiones más directas entre la producción de conocimientos y la aplicación del conocimiento, donde la investigación básica y la innovación se están acoplando no en una primera relación de principio, sino en "así como" y "paralela" (paralelizada) (Campbell y Carayannis 2012). El modo 2 también parece ser compatible con la innovación no lineal y sus ramificaciones.

Una universidad "modo 3", una institución de educación superior o un sistema de educación superior representarían un tipo de organización o sistema que busca formas creativas de combinar e integrar diferentes principios de producción de conocimiento y aplicación del conocimiento (por ejemplo, el modo 1 y el modo 2), fomentando la diversidad y la heterogeneidad y creando también contextos organizativos creativos e innovadores para la investigación y la innovación. El modo 3 fomenta la formación de "entornos de conocimiento creativo" (Hemlin et al. 2004). Las instituciones y sistemas de educación superior "Modo 3" y Modo 3 están preparados para realizar "investigaciones básicas en el contexto de aplicación" (Campbell y Carayannis 2013a, p. 34). Esto tiene además cualidades de innovación no lineal. La gobernanza de la educación superior y la gobernanza en la educación superior también debe ser sensible, ya sea que una institución de educación superior opere según el modo 1, el modo 2 o una combinación de estos en el modo 3. El concepto de "gobernanza epistémica" hace hincapié en que los paradigmas de conocimiento subyacentes de la producción del conocimiento y la aplicación del conocimiento se están abordando mediante estrategias, políticas y medidas de garantía de calidad y mejora de la calidad (Campbell y Carayannis 2013a, 2013b, 2016).

El modelo de innovación Triple Helix se centra en las relaciones universidad-industria-gobierno (Etzkowitz y Leydesdorff 2000). En este sentido, Triple Helix representa un modelo básico para la producción de conocimiento y la aplicación de la innovación. Los modelos de los sistemas de innovación Cuádruple Helix y Quintuple Helix están diseñados para comprender y referirse a una complejidad extendida en la producción de conocimiento y la aplicación del conocimiento (innovación); por lo tanto, la arquitectura analítica de estos modelos se conceptualiza más ampliamente. Para utilizar términos metafóricos, el Cuádruple Hélice incrusta y contextualiza la Triple Hélice, mientras que la Quintuple Helix incrusta y contextualiza la Hélice Cuádruple (y Triple Helix). El Cuádruple Helix añade como cuarta hélice el "público basado en los medios de comunicación y basado en la cultura", la "sociedad civil" y la "arte, la investigación artística y la innovación artística" (Carayannis y Campbell 2009, 2012, p. 14 y 2014; véase también Danilda et al. 2009, y Bast et al. 2015). El Cuádruple Helix también podría destacarse como la perspectiva que específicamente trae la "dimensión de la democracia" o el "contexto de la democracia" para el conocimiento, la producción de conocimiento y la innovación. El modelo de innovación Quintuple Helix es aún más completo en su estiramiento y enfoque analítico y explicativo, añadiendo además la quinta hélice (y perspectiva) de los "entornos naturales de la sociedad" (Carayannis y Campbell 2010, p. 62).

El Triple Helix es explícito al reconocer la importancia de la educación superior para la innovación. Sin embargo, se podría argumentar que la Triple Helix ve la producción de conocimiento y la innovación en relación con la economía; por lo tanto, los modelos Triple Helix primero (principalmente) la economía y la actividad económica. En ese sentido, la Triple Helix enmarca la economía del conocimiento. El Cuádruple Helix aporta la perspectiva adicional de la sociedad (sociedad del conocimiento) y de la democracia (democracia del conocimiento). La comprensión del sistema De innovación Cuádruple-Helix hace hincapié en que el desarrollo sostenible de y en la economía (economía del conocimiento) requiere que haya una coevolución de la economía del conocimiento y la sociedad del conocimiento y la democracia del conocimiento. El Cuádruple Helix incluso fomenta las perspectivas de la sociedad del conocimiento y de la democracia del conocimiento para apoyar, promover y promover la producción de conocimiento (investigación) y la aplicación del conocimiento (innovación). Además, el Cuádruple Helix también es explícito que no sólo las universidades (instituciones de educación superior) de las ciencias, sino también

las universidades (instituciones de educación superior) de las artes deben ser consideradas como instituciones decisivas y determinantes para el avance de los sistemas de innovación en la próxima etapa: la conexión interdisciplinaria y transdisciplinaria de las ciencias y las artes crea combinaciones cruciales y creativas para promover y apoyar la innovación. Aquí, de hecho, se encuentra una de las claves para el éxito futuro. El concepto y el término de "ecología social" se refiere a "interacciones sociedad-naturaleza" entre "sociedad humana" y el "mundo material" (véase, por ejemplo, Fischer-Kowalski y Haberl 2007). La Comisión Europea (2009) identificó la necesaria transición socioecológica de la economía y la sociedad no sólo como uno de los grandes retos de la fase siguiente, sino también como una oportunidad, para seguir avanzando y avanzar en la economía del conocimiento y la sociedad del conocimiento. El Quintuple Helix se refiere a esta transición socioecológica de la sociedad, la economía y la democracia, por lo tanto, el sistema de innovación Quintuple Helix es ecológicamente sensible. Quintuple Helix basa su comprensión de la producción del conocimiento (investigación) y la aplicación del conocimiento (innovación) en la ecología social. Las cuestiones ambientales (como el calentamiento global) representan cuestiones de preocupación y de supervivencia para la humanidad y la civilización humana. Pero el Quintuple Helix traduce cuestiones ambientales y ecológicas de preocupación también en oportunidades potenciales, identificándolas como posibles impulsores de la producción e innovación futuras del conocimiento (Carayannis et al. 2012). Esto, por último, también define oportunidades para la economía del conocimiento. "La Quintuple Helix apoya aquí la formación de una situación de ganar-ganar entre ecología, conocimiento e innovación, creando sinergias entre economía, sociedad y democracia" (Carayannis et al. 2012, p. 1).

TRANSLATED VERSION: FRENCH

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSION TRADUITE: FRANÇAIS

Voici une traduction approximative des idées présentées ci-dessus. Cela a été fait pour donner une compréhension générale des idées présentées dans le document. Veuillez excuser toutes les erreurs grammaticales et ne pas tenir les auteurs originaux responsables de ces erreurs.

INTRODUCTION

Favorisant un point de départ conceptuel, l'analyse est portée par trois questions de recherche conceptuelle. Tout d'abord, élaborer une interface entre les concepts de systèmes et les concepts de réseaux (ou réseaux d'innovation) en revendiquant des analogies entre (1) les éléments (parties) d'un système et des clusters et (2) et l'auto-justification d'un système et des réseaux. Tout comme l'auto-justification réunit les éléments d'un système, un réseau relie différents clusters (un réseau d'innovation relie ainsi différents pôles d'innovation). Deuxièmement, l'application de la théorie des systèmes est encouragée au « monde de la connaissance », en parlant des systèmes de connaissances. Suivant la logique d'une architecture « à plusieurs niveaux », la connaissance doit être considérée comme un concept agrégé; alors que l'innovation représente un terme très agrégé, le S&T (science et technologie) est déjà moins agrégé, et la R&D (recherche et développement expérimental) est encore moins agrégée que la S&T. Cela implique d'utiliser le concept de systèmes de connaissances à plusieurs niveaux ou quand il faut mettre l'accent sur l'innovation, d'appliquer le concept de systèmes d'innovation à plusieurs niveaux. Par la politique, le système politique tente d'influencer l'économie (système économique) et les autres systèmes d'une société. On peut sérieusement discuter de la mesure dans laquelle une politique économique plus étroite est remplacée par une politique d'innovation plus large. Troisièmement, le terme « mode 3 » est introduit,

comblant la théorie et la connaissance des systèmes, mettant ainsi l'accent sur une perspective des systèmes de connaissances.

L'article est structuré en différentes sections. Dans la section « Théorie des connaissances, des systèmes et des systèmes », nous nous référons sous peu à une première introduction et à une première relation de « connaissance », de « systèmes » et de « théorie des systèmes », indiquant les possibilités d'un effet de levier mutuel. La section « Qu'est-ce qu'un système? » est consacrée à une discussion détaillée et à l'examen de la théorie des systèmes. Il met l'accent sur la façon dont un système peut être défini, se référant aux concepts d'« éléments » et de « justification de soi » d'un système. Les notions constructivistes sont soulignées, ce qui implique que les systèmes sociaux (sociétaux) ne peuvent pas être compris indépendamment d'un « observateur », puisqu'ils ne sont pas naturellement prédéterminés, mais dans une large mesure « socialement construits ». Un accent supplémentaire est mis sur la conception d'un pont conceptuel entre les éléments/l'auto-justification d'un système et les clusters/réseaux. Les clusters et réseaux (et réseaux de clusters et de réseaux) expriment une pertinence cruciale pour le savoir et l'innovation. Grâce au rapprochement des éléments/auto-justification et des clusters/réseaux, l'application de la théorie des systèmes et des notions systémiques à la connaissance gagne en plausibilité supplémentaire. Dans la section « Systèmes de connaissances et de connaissances », l'application de la théorie des systèmes et des systèmes à la connaissance et à l'innovation est poursuivie en termes plus concrets. Explicitement, la pertinence d'une « hiérarchie à plusieurs niveaux » est mise à l'épreuve. Les ramifications d'une telle conception à plusieurs niveaux peuvent suivre la logique des systèmes de connaissances à plusieurs niveaux ou des systèmes d'innovation à plusieurs niveaux. En termes politiques avancés, un système politique, qui fonctionne pour gouverner une société (et une économie) — vise non seulement à influencer l'économie par la politique économique, mais aussi par la politique d'innovation, qui réfléchit sur la base de connaissances d'une société et d'une économie. Une politique économique, peut-être, ne tient pas compte de la base de connaissances qui en tient compte de façon exhaustive. Dans le cadre de la section « Résultats et discussion : la perspective des systèmes de connaissances du mode 3 », sous le terme générique de « mode 3 », nous résumons à nouveau nos arguments, en établissant une liste de propositions courtes. Dans la dernière section (la section « Conclusion : mode 3 de production de connaissances dans les systèmes d'innovation Quadruple et Quintuple Helix »), nous explorons comment les systèmes de production de connaissances du mode 3 se rapportent aux systèmes d'innovation Quadruple et Quintuple Helix.

CONCLUSION

La recherche peut être comprise comme une forme de production de connaissances (création de connaissances) et d'innovation comme une forme d'application des connaissances (utilisation des connaissances), dans un cadre plus général et la conception des connaissances (architecture du savoir). En fin de compte, les systèmes de production du savoir peuvent être liés et reliés à des systèmes d'innovation. Pour la conclusion de notre analyse ici, nous proposons de réfléchir à des moyens de combiner et d'intégrer les systèmes de production de connaissances mode 3 avec et dans les systèmes d'innovation Quadruple et Quintuple Helix. Dans les paragraphes suivants, nous résumons à nouveau les éléments clés conceptuels qui caractérisent le mode 3 et quadruple et quintuple Helix du point de vue des systèmes plus avancés.

La recherche universitaire, dans une compréhension traditionnelle et sur les universités en sciences, se concentre sur la recherche fondamentale, souvent encadrée dans une matrice de disciplines académiques et sans intérêt particulier pour l'utilisation pratique des connaissances et de l'innovation. Ce modèle de production de connaissances universitaires s'appelle également « mode 1 » de production du savoir (Gibbons et coll., 1994). Le mode 1 est également compatible avec le modèle linéaire d'innovation, qui est souvent renvoyé à Bush (1945). Le modèle linéaire d'innovation affirme que d'abord, il y a la recherche fondamentale dans le contexte universitaire; progressivement, cette recherche universitaire se diffusera dans la société et l'économie. Ce sont ensuite l'économie et les entreprises qui prennent les lignes de la recherche universitaire et les développent davantage dans l'application des connaissances et l'innovation, dans le but de créer un succès économique et commercial sur les marchés en dehors du système d'enseignement supérieur. Dans le cadre de l'innovation linéaire, il existe une relation séquentielle «

d'abord » entre la recherche fondamentale (production de connaissances) et l'innovation (application des connaissances).

La compréhension fondée sur le mode 1 de la production de connaissances a été remise en question par le nouveau concept de « mode 2 » de production du savoir, qui a été élaboré et proposé par Gibbons et coll. (1994, pp. 3-8, 167). Le mode 2 met l'accent sur une application des connaissances et une résolution de problèmes fondée sur le savoir qui implique et encourage les principes suivants : « connaissance produite dans le contexte de l'application », « transdisciplinarité », « hétérogénéité et diversité organisationnelle », « responsabilité sociale et réflexivité » et « contrôle de la qualité » (voir en outre Nowotny et coll. 2001, 2003, 2006). La clé dans ce contexte est l'accent mis sur une production de connaissances dans des contextes d'application. Le mode 2 exprime et encourage des références claires aux modèles d'innovation et d'innovation. Le modèle linéaire d'innovation a également été remis en question par des modèles d'innovation non linéaires, qui sont intéressés à établir des liens plus directs entre la production de connaissances et l'application des connaissances, où la recherche fondamentale et l'innovation sont couplées non pas dans une relation « aussi bien que » et « parallèle » (parallélisée) (Campbell et Carayannis, 2012). Le mode 2 semble également compatible avec l'innovation non linéaire et ses ramifications.

Une université, un établissement d'enseignement supérieur ou un système d'enseignement supérieur « mode 3 » représenterait un type d'organisation ou de système qui cherche des moyens créatifs de combiner et d'intégrer différents principes de production de connaissances et d'application des connaissances (par exemple, le mode 1 et le mode 2), par cette diversité et cette hétérogénéité encourageantes, ce qui créerait également des contextes organisationnels créatifs et novateurs pour la recherche et l'innovation. Le mode 3 encourage la formation d'« environnements de connaissances créatives » (Hemlin et coll., 2004). Les établissements et systèmes d'enseignement supérieur de mode 3 et de mode 3 sont prêts à effectuer des « recherches fondamentales dans le contexte de l'application » (Campbell et Carayannis 2013a, p. 34). Cela a en outre des qualités d'innovation non linéaire. La gouvernance de l'enseignement supérieur et la gouvernance dans l'enseignement supérieur doivent également être sensibles, qu'un établissement d'enseignement supérieur fonctionne selon le mode 1, le mode 2 ou une combinaison de ces établissements en mode 3. Le concept de « gouvernance épistémique » souligne que les paradigmes de connaissances sous-jacents de la production de connaissances et de l'application des connaissances sont abordés par des stratégies, des politiques et des mesures d'amélioration de la qualité et de l'assurance de la qualité (Campbell et Carayannis 2013a, 2013b, 2016).

Le modèle d'innovation Triple Helix se concentre sur les relations université-industrie-gouvernement (Etzkowitz et Leydesdorff, 2000). À cet égard, Triple Helix représente un modèle de base pour la production de connaissances et l'application de l'innovation. Les modèles des systèmes d'innovation Quadruple Helix et Quintuple Helix sont conçus pour déjà comprendre et faire référence à une complexité étendue dans la production de connaissances et l'application des connaissances (innovation); ainsi, l'architecture analytique de ces modèles est conceptualisée plus large. Pour employer des termes métaphoriques, le Quadruple Helix intègre et contextualise la Triple Hélice, tandis que le Quintuple Helix intègre et contextualise la Quadruple Hélice (et Triple Hélice). Le Quadruple Helix ajoute comme quatrième hélice le « public médiatique et culturel », la « société civile » et « les arts, la recherche artistique et l'innovation artistique » (Carayannis et Campbell 2009, 2012, p. 14 et 2014; voir aussi Danilda et coll. 2009, et Bast et coll. 2015). Le Quadruple Helix pourrait également être souligné comme la perspective qui apporte spécifiquement la « dimension de la démocratie » ou le « contexte de la démocratie » pour la connaissance, la production du savoir et l'innovation. Le modèle d'innovation Quintuple Helix est encore plus complet dans son approche analytique et explicative, ajoutant en outre la cinquième hélice (et perspective) des « environnements naturels de la société » (Carayannis et Campbell, 2010, p. 62).

Le Triple Helix reconnaît explicitement l'importance de l'enseignement supérieur pour l'innovation. Toutefois, on pourrait soutenir que le Triple Helix voit la production de connaissances et l'innovation par rapport à l'économie; ainsi, le Triple Helix modèle d'abord (principalement) l'économie et l'activité économique. En ce sens, le Triple Helix encadre l'économie du savoir. Le Quadruple Helix apporte la perspective supplémentaire de la société (société du savoir) et de la démocratie (démocratie du savoir). La compréhension quadruple-hélice-innovation-système souligne que le développement durable de et dans

l'économie (économie du savoir) exige qu'il y ait une co-évolution de l'économie du savoir et de la société du savoir et de la démocratie du savoir. Le Quadruple Helix encourage même les perspectives de la société du savoir et de la démocratie du savoir pour soutenir, promouvoir et faire progresser la production de connaissances (recherche) et l'application des connaissances (innovation). En outre, le Quadruple Helix est également explicite: non seulement les universités (établissements d'enseignement supérieur) des sciences, mais aussi les universités (établissements d'enseignement supérieur) des arts devraient être considérées comme des institutions décisives et déterminantes pour faire progresser les systèmes d'innovation à l'étape suivante: la connexion interdisciplinaire et transdisciplinaire des sciences et des arts crée des combinaisons cruciales et créatives pour promouvoir et soutenir l'innovation. Ici, en fait, se trouve l'une des clés du succès futur. Le concept et le terme d'« écologie sociale » désignent les « interactions société-nature » entre la « société humaine » et le « monde matériel » (voir, par exemple, Fischer-Kowalski et Haberl, 2007). La Commission européenne (2009) a identifié la nécessaire transition socio-écologique de l'économie et de la société non seulement comme l'un des grands défis de la phase suivante, mais aussi comme une opportunité, pour le progrès et l'avancement de l'économie du savoir et de la société du savoir. Le Quintuple Helix fait référence à cette transition socio-écologique de la société, de l'économie et de la démocratie, le système d'innovation Quintuple Helix est donc écologiquement sensible. Quintuple Helix fonde sa compréhension de la production de connaissances (recherche) et de l'application des connaissances (innovation) sur l'écologie sociale. Les questions environnementales (comme le réchauffement climatique) représentent des questions préoccupantes et de survie pour l'humanité et la civilisation humaine. Mais le Quintuple Helix traduit aussi des questions environnementales et écologiques préoccupantes en opportunités potentielles, en les identifiant comme des moteurs possibles de la production et de l'innovation futures des connaissances (Carayannis et al., 2012). Enfin, cela définit également les possibilités pour l'économie du savoir. « Le Quintuple Helix soutient ici la formation d'une situation gagnant-gagnant entre l'écologie, la connaissance et l'innovation, créant des synergies entre l'économie, la société et la démocratie » (Carayannis et coll., 2012, p. 1).

TRANSLATED VERSION: GERMAN

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

ÜBERSETZTE VERSION: DEUTSCH

Hier ist eine ungefähre Übersetzung der oben vorgestellten Ideen. Dies wurde getan, um ein allgemeines Verständnis der in dem Dokument vorgestellten Ideen zu vermitteln. Bitte entschuldigen Sie alle grammatikalischen Fehler und machen Sie die ursprünglichen Autoren nicht für diese Fehler verantwortlich.

EINLEITUNG

Die Analyse wird von drei konzeptionellen Forschungsfragen getragen. Erstens, erarbeiten Sie eine Schnittstelle zwischen Konzepten von Systemen und Konzepten von Netzwerken (oder Innovationsnetzwerken), indem Analogien zwischen (1) Elementen (Teilen) eines Systems und Clustern und (2) und der Selbstorganisation eines Systems und der Netzwerke beansprucht werden. So wie die Selbstlogik die Elemente eines Systems zusammenhält, verbindet ein Netzwerk verschiedene Cluster (ein Innovationsnetzwerk verbindet also verschiedene Innovationscluster). Zweitens wird die Anwendung der Systemtheorie in die "Welt des Wissens" gefördert, indem von Wissenssystemen gesprochen wird. Nach der Logik einer "mehrstufigen" Architektur sollte Wissen als aggregiertes Konzept betrachtet werden; Während Innovation einen stark aggregierten Begriff darstellt, ist S&T (Wissenschaft und Technologie) bereits weniger aggregiert, und F&E (Forschung und experimentelle Entwicklung) ist noch weniger

aggregiert als S&T. Dies setzt voraus, dass das Konzept der mehrstufigen Wissenssysteme oder der Schwerpunkt auf Innovation gelegt werden sollte, um das Konzept der mehrstufigen Innovationssysteme anzuwenden. Durch die Politik versucht das politische System, die Wirtschaft (Wirtschaftssystem) und die anderen Systeme einer Gesellschaft zu beeinflussen. Man kann ernsthaft diskutieren, inwieweit eine engere Wirtschaftspolitik durch eine umfassendere Innovationspolitik ersetzt wird. Drittens wird der Begriff "Mode 3" eingeführt, der Theorie und Wissen von Systemen überbrückt und damit eine Wissenssystemperspektive betont.

Der Artikel ist in verschiedene Abschnitte gegliedert. Im Abschnitt "Wissen und System- und Systemtheorie" beziehen wir uns in Kürze auf eine erste Einführung und Beziehung von "Wissen", "Systemen" und "Systemtheorie", die Möglichkeiten einer gegenseitigen Hebelwirkung aufzeigen. Der Abschnitt "Was ist ein System?" ist einer ausführlichen Diskussion und Überprüfung der Systemtheorie gewidmet. Es konzentriert sich darauf, wie ein System definiert werden kann, und bezieht sich auf die Begriffe "Elemente" und "Selbstrationalisierung" eines Systems. Konstruktivistische Vorstellungen werden betont, was impliziert, dass soziale (gesellschaftliche) Systeme nicht unabhängig von einem "Beobachter" verstanden werden können, da sie nicht von Natur aus vorbestimmt, sondern weitgehend "sozial konstruiert" sind. Ein weiterer Schwerpunkt liegt auf der Gestaltung einer konzeptionellen Brücke zwischen den Elementen/Selbstrationalisierung eines Systems und Clustern/Netzwerken. Cluster und Netzwerke (und Netzwerke von Clustern und Netzwerken) zeigen eine entscheidende Bedeutung für Wissen und Innovation. Durch die Überbrückung von Elementen/Selbstrationalisierung und Clustern/Netzwerken gewinnt die Anwendung von Systemtheorie und systemischen Vorstellungen auf Wissen zusätzliche Plausibilität. Im Bereich "Wissens- und Wissenssysteme" wird die Anwendung von System- und Systemtheorie auf Wissen und Innovation konkretisiert. Explizit wird die Angemessenheit einer "mehrstufigen Hierarchie" getestet. Die Auswirkungen eines solchen mehrstufigen Designs können entweder der Logik von mehrstufigen Wissenssystemen oder mehrstufigen Innovationssystemen folgen. In fortschrittlicher Politik zielt ein politisches System – das für die Steuerung einer Gesellschaft (und Wirtschaft) dient – nicht nur darauf ab, die Wirtschaft durch Wirtschaftspolitik zu beeinflussen, sondern auch durch Innovationspolitik, die auf der Wissensbasis einer Gesellschaft und Wirtschaft reflektiert. Eine Wirtschaftspolitik berücksichtigt vielleicht nicht die Wissensbasis, die umfassend berücksichtigt wird. Im Rahmen des Abschnitts "Ergebnisse und Diskussion: Wissenssystemperspektive "Mode 3" unter dem Oberbegriff "Mode 3" fassen wir unsere Argumentationslinien noch einmal zusammen, indem wir eine Liste kurzer Sätze aufstellen. Im letzten Abschnitt (der Abschnitt "Conclusion: Mode 3 knowledge production in Quadruple and Quintuple Helix innovation systems") untersuchen wir, wie Mode 3 Wissensproduktionssysteme mit Quadruple- und Quintuple Helix-Innovationssystemen in Beziehung stehen.

SCHLUSSFOLGERUNG

Forschung kann als eine Form der Wissensproduktion (Wissensschaffung) und Innovation als eine Form der Wissensanwendung (Wissensnutzung) innerhalb eines allgemeineren Rahmens und Wissensverständnisses (Wissensarchitektur) verstanden werden. Letztlich können Systeme der Wissensproduktion mit Innovationssystemen verknüpft und verknüpft werden. Für den Abschluss unserer Analyse hier schlagen wir vor, über Möglichkeiten der Kombination und Integration von Mode 3 Wissensproduktionssystemen mit und in Quadruple- und Quintuple Helix-Innovationssystemen nachzudenken. In den folgenden Absätzen fassen wir noch einmal die konzeptionellen Schlüsselemente zusammen, die Mode 3 und Quadruple und Quintuple Helix aus einer fortgeschritteneren Systemperspektive charakterisieren.

Die universitäre Forschung konzentriert sich in einem traditionellen Verständnis und über Universitäten in den Wissenschaften auf Grundlagenforschung, die oft in eine Matrix akademischer Disziplinen eingebunden ist und kein besonderes Interesse an der praktischen Nutzung von Wissen und Innovation hat. Dieses Modell der universitären Wissensproduktion wird auch "Mode 1" der Wissensproduktion genannt (Gibbons et al. 1994). Modus 1 ist auch mit dem linearen Innovationsmodell kompatibel, das oft auf Bush

(1945) verwiesen wird. Das lineare Innovationsmodell behauptet, dass es erstens die Grundlagenforschung im universitären Kontext gibt; Allmählich wird diese universitäre Forschung in gesellschaft und in die Wirtschaft diffundieren. Es sind dann die Wirtschaft und die Unternehmen, die die Linien der universitären Forschung aufgreifen und diese zu Wissensanwendung und Innovation weiterentwickeln, um wirtschaftlichen und kommerziellen Erfolg auf den Märkten außerhalb des Hochschulsystems zu schaffen. Im Rahmen linearer Innovation besteht eine sequentielle "First-then"-Beziehung zwischen Grundlagenforschung (Wissensproduktion) und Innovation (Wissensanwendung).

Das Mode-1-basierte Verständnis der Wissensproduktion wurde durch das neue Konzept des "Mode 2" der Wissensproduktion in Frage gestellt, das von Gibbons et al. (1994, S. 3–8, 167) entwickelt und vorgeschlagen wurde. Modus 2 betont eine Wissensanwendung und eine wissensbasierte Problemlösung, die folgende Prinzipien einbezieht und fördert: "Im Kontext der Anwendung erzeugtes Wissen", "Trans-Disziplinalität", "Heterogenität und Organisationsvielfalt", "soziale Rechenschaftspflicht und Reflexivität" und "Qualitätskontrolle" (siehe ferner Nowotny et al. 2001, 2003, 2006). Entscheidend in dieser Einstellung ist der Fokus auf einer Wissensproduktion in Anwendungskontexten. Mode 2 drückt klare Verweise auf Innovations- und Innovationsmodelle aus und fördert sie. Das lineare Innovationsmodell wurde auch durch nichtlineare Innovationsmodelle herausgefordert, die daran interessiert sind, direktere Verbindungen zwischen Wissensproduktion und Wissensanwendung herzustellen, wo Grundlagenforschung und Innovation nicht in einer First-then-, sondern in einer "sowie" und "parallelisierten" Beziehung (Campbell und Carayannis 2012) gekoppelt werden. Modus 2 scheint auch mit nichtlinearer Innovation und ihren Auswirkungen kompatibel zu sein.

Eine "Mode 3"-Universität, Hochschule oder Hochschulsystem würde eine Art von Organisation oder System darstellen, die kreative Wege sucht, um verschiedene Prinzipien der Wissensproduktion und Wissensanwendung (z. B. Mode 1 und Mode 2) zu kombinieren und zu integrieren, indem sie Vielfalt und Heterogenität fördert und dadurch auch kreative und innovative organisatorische Kontexte für Forschung und Innovation schafft. Modus 3 fördert die Bildung von "kreativen Wissensumgebungen" (Hemlin et al. 2004). Die Hochschulen und -systeme "Mode 3" und "Mode 3" sind bereit, "Grundlagenforschung im Rahmen der Anwendung" durchzuführen (Campbell und Carayannis 2013a, S. 34). Dies hat darüber hinaus Qualitäten der nichtlinearen Innovation. Die Governance der Hochschulbildung und der Governance im Hochschulbereich muss ebenfalls sensibel sein, unabhängig davon, ob eine Hochschuleinrichtung auf der Grundlage von Modus 1, Modus 2 oder einer Kombination dieser Inmode 3 arbeitet. Das Konzept der "epistemischen Governance" betont, dass die zugrunde liegenden Wissensparadigmen der Wissensproduktion und Wissensanwendung durch Qualitätssicherungs- und Qualitätsverbesserungsstrategien, -strategien und -maßnahmen angegangen werden (Campbell und Carayannis 2013a, 2013b, 2016).

Das Innovationsmodell Triple Helix konzentriert sich auf die Beziehungen zwischen Hochschule und Industrie und Regierung (Etzkowitz und Leydesdorff 2000). In dieser Hinsicht stellt Triple Helix ein Basismodell für Wissensproduktion und Innovationsanwendung dar. Die Modelle der Innovationssysteme Quadruple Helix und Quintuple Helix sind so konzipiert, dass sie bereits eine erweiterte Komplexität in der Wissensproduktion und Wissensanwendung (Innovation) verstehen und auf diese beziehen; Daher wird die analytische Architektur dieser Modelle breiter konzeptioniert. Um metaphorische Begriffe zu verwenden, bettet und kontextualisiert die Quadruple Helix die Triple Helix, während das Quintuple Helix die Quadruple Helix (und Triple Helix) einbettet und kontextualisiert. Die Quadruple Helix fügt als vierte Helix die "medien- und kulturbasierte Öffentlichkeit", "Zivilgesellschaft" und "Kunst, künstlerische Forschung und kunstbasierte Innovation" hinzu (Carayannis und Campbell 2009, 2012, S. 14 und 2014; siehe auch Danilda et al. 2009 und Bast et al. 2015). Die Vierfachhelix könnte auch als die Perspektive hervorgehoben werden, die speziell die "Dimension der Demokratie" oder den "Kontext der Demokratie" für Wissen, Wissensproduktion und Innovation einbringt. Das Quintuple Helix Innovationsmodell ist noch umfassender in seiner analytischen und erklärenden Dehnung und Herangehensweise und fügt darüber hinaus die fünfte Helix (und Perspektive) der "natürlichen Umgebungen der Gesellschaft" hinzu (Carayannis und Campbell 2010, S. 62).

Die Triple Helix erkennt ausdrücklich die Bedeutung der Hochschulbildung für Innovation an. Man könnte jedoch argumentieren, dass die Triple Helix Wissensproduktion und Innovation in Bezug auf die Wirtschaft sieht; So modelliert die Triple Helix zunächst (hauptsächlich) die Wirtschaft und die Wirtschaftstätigkeit. In diesem Sinne umrahmt die Triple Helix die wissensbasierte Wirtschaft. Die Vierfach-Helix bringt die zusätzliche Perspektive der Gesellschaft (Wissensgesellschaft) und der Demokratie (Wissensdemokratie) ein. Das Vierfach-Helix-Innovationssystem-Verständnis betont, dass eine nachhaltige Entwicklung der wirtschaft(wissenswirtschaft) eine Ko-Entwicklung von wissensbasiertem Wirtschaft und Wissensgesellschaft und Wissensdemokratie erfordert. Die Quadruple Helix fördert sogar die Perspektiven der Wissensgesellschaft und der Wissensdemokratie zur Unterstützung, Förderung und Förderung der Wissensproduktion (Forschung) und Wissensanwendung (Innovation). Darüber hinaus ist die Quadruple Helix auch ausdrücklich, dass nicht nur Universitäten (Hochschuleinrichtungen) der Wissenschaften, sondern auch Universitäten (Hochschuleinrichtungen) der Künste als entscheidende und bestimmende Institutionen für die Förderung der Innovationssysteme der nächsten Stufe betrachtet werden sollten: Die interdisziplinäre und transdisziplinäre Verbindung von Wissenschaften und Künsten schafft entscheidende und kreative Kombinationen zur Förderung und Förderung von Innovation. Hier liegt in der Tat einer der Schlüssel für den zukünftigen Erfolg. Das Konzept und der Begriff "Sozialökologie" bezieht sich auf "Gesellschaft-Natur-Interaktionen" zwischen "menschlicher Gesellschaft" und der "materiellen Welt" (siehe z.B. Fischer-Kowalski und Haberl 2007). Die Europäische Kommission (2009) hat den notwendigen sozio-ökologischen Übergang von Wirtschaft und Gesellschaft nicht nur als eine der großen Herausforderungen der nächsten Phase, sondern auch als Chance für den weiteren Fortschritt und die Weiterentwicklung der wissensbasierten Wirtschaft und der Wissensgesellschaft identifiziert. Das Quintuple Helix bezieht sich auf diesen sozio-ökologischen Übergang von Gesellschaft, Wirtschaft und Demokratie, das Innovationssystem Quintuple Helix ist daher ökologisch sensibel. Quintuple Helix stützt sein Verständnis von Wissensproduktion (Forschung) und Wissensanwendung (Innovation) auf soziale Ökologie. Umweltfragen (wie die globale Erwärmung) stellen Fragen dar, die für die Menschheit und die menschliche Zivilisation Anlass zur Sorge und zum Überleben geben. Aber das Quintuple Helix übersetzt umwelt- und ökologische Fragen, die auch in potenziellen Chancen von Belang sind, indem es sie als mögliche Treiber für zukünftige Wissensproduktion und Innovation identifiziert (Carayannis et al. 2012). Dies definiert schließlich auch Chancen für die wissensbasierte Wirtschaft. "Die Quintuple Helix unterstützt hier die Bildung einer Win-Win-Situation zwischen Ökologie, Wissen und Innovation und schafft Synergien zwischen Wirtschaft, Gesellschaft und Demokratie" (Carayannis et al. 2012, S. 1).

TRANSLATED VERSION: PORTUGUESE

Below is a rough translation of the insights presented above. This was done to give a general understanding of the ideas presented in the paper. Please excuse any grammatical mistakes and do not hold the original authors responsible for these mistakes.

VERSÃO TRADUZIDA: PORTUGUÊS

Aqui está uma tradução aproximada das ideias acima apresentadas. Isto foi feito para dar uma compreensão geral das ideias apresentadas no documento. Por favor, desculpe todos os erros gramaticais e não responsabilize os autores originais responsáveis por estes erros.

INTRODUÇÃO

Favorecendo um ponto conceitual de partida, a análise é realizada por três questões de pesquisa conceitual. Primeiro, elaborar uma interface entre conceitos de sistemas e conceitos de redes (ou redes de inovação) reivindicando analogias entre (1) elementos (partes) de um sistema e clusters e (2) a auto-lógica de um sistema e as redes. Assim como a auto-racionalidade mantém juntos os elementos de um sistema, uma rede une diferentes clusters (uma rede de inovação, assim, conecta diferentes clusters de inovação). Em segundo lugar, uma aplicação da teoria dos sistemas é incentivada ao "mundo do conhecimento", por falar em sistemas de conhecimento. Seguindo a lógica de uma arquitetura "multinada", o conhecimento deve ser considerado como um conceito agregado; enquanto a inovação representa um termo altamente agregado, o S&T (ciência e tecnologia) já é menos agregado, e o P&D (pesquisa e desenvolvimento experimental) é ainda menos agregado do que o S&T. Isso implica usar o conceito de sistemas multinível de conhecimento ou quando uma ênfase deve ser colocada na inovação, para aplicar o conceito de sistemas multinível de inovação. Por meio da política, o sistema político tenta influenciar a economia (sistema econômico) e os outros sistemas de uma sociedade. Pode-se discutir seriamente até que ponto uma política econômica mais estreita está sendo substituída por uma política de inovação mais ampla. Em terceiro lugar, o termo "Modo 3" está sendo introduzido, fazendo a ponte entre a teoria e o conhecimento dos sistemas, enfatizando assim uma perspectiva de sistemas de conhecimento.

O artigo é estruturado em diferentes seções. Na seção "Teoria do Conhecimento e sistemas e sistemas", em breve nos referimos a uma primeira introdução e relação de "conhecimento", "sistemas" e "teoria dos sistemas", indicando oportunidades de alavancagem mútua. A seção "O que é um sistema?" é dedicada a uma discussão detalhada e revisão da teoria dos sistemas. Foca-se em como um sistema pode ser definido, referindo-se aos conceitos de "elementos" e "auto-racionalidade" de um sistema. As noções construtivistas são enfatizadas, implicando que os sistemas sociais (sociais) não podem ser compreendidos independentemente de um "observador", uma vez que não são naturalmente predeterminados, mas em grande parte "socialmente construídos". Uma ênfase adicional é colocada na concepção de uma ponte conceitual entre os elementos/auto-racionalidade de um sistema e clusters/redes. Clusters e redes (e redes de clusters e redes) expressam uma relevância crucial para o conhecimento e a inovação. Por meio da ponte de elementos/auto-racionalidade e clusters/redes, a aplicação da teoria dos sistemas e noções sistêmicas ao conhecimento ganha plausibilidade adicional. Na seção "Sistemas de Conhecimento e Conhecimento", a aplicação da teoria de sistemas e sistemas ao conhecimento e à inovação é perseguida em termos mais concretos. Explicitamente, a adequação de uma "hierarquia de vários níveis" está sendo testada. As ramificações de tal design multinível podem seguir a lógica de sistemas de conhecimento multinível ou sistemas multinível de inovação. Em termos políticos avançados, um sistema político — que opera para governar uma sociedade (e economia)— não só visa influenciar a economia através da política econômica, mas também através da política de inovação, que reflete na base de conhecimento de uma sociedade e economia. Uma política econômica, talvez, não leve em conta a base de conhecimento que se consudia. No contexto da seção "Resultados e discussão: a perspectiva dos sistemas de conhecimento do "Modo 3", sob o termo guarda-chuva de "Modo 3", resumimos novamente nossas linhas de argumentos, estabelecendo uma lista de proposições curtas. Na seção final (a seção "Conclusão: Produção de conhecimento do Modo 3 em sistemas de inovação Quad e Quintuple Helix"), exploramos como os sistemas de produção de conhecimento mode 3 se relacionam com sistemas de inovação Quad e Quintuple Helix.

CONCLUSÃO

A pesquisa pode ser entendida como uma forma de produção de conhecimento (criação de conhecimento) e inovação como uma forma de aplicação do conhecimento (uso do conhecimento), dentro de uma estrutura mais geral e design de conhecimento (uma arquitetura do conhecimento). Em última análise, sistemas de produção de conhecimento podem ser ligados e conectados com sistemas de inovação. Para a conclusão de nossa análise aqui, propomos pensar em formas de combinar e integrar sistemas de produção de conhecimento do Mode 3 com e em sistemas de inovação Quad e Quintuple Helix. Nos

parágrafos a seguir, resumimos novamente os elementos-chave conceituais que caracterizam o Modo 3 e o Quadruplo e a Helix Quintuple a partir de uma perspectiva de sistemas mais avançados.

A pesquisa universitária, em uma compreensão tradicional e sobre as universidades nas ciências, tem como foco a pesquisa básica, muitas vezes enquadrada dentro de uma matriz de disciplinas acadêmicas e sem um interesse particular no uso prático do conhecimento e da inovação. Este modelo de produção de conhecimento baseado na universidade também está sendo chamado de "Modo 1" de produção de conhecimento (Gibbons et al. 1994). O modo 1 também é compatível com o modelo linear de inovação, que muitas vezes está sendo referido a Bush (1945). O modelo linear de inovação afirma que, primeiro, há pesquisa básica no contexto universitário; gradualmente, esta pesquisa universitária vai difundir para a sociedade e a economia. É então a economia e as empresas que retomam as linhas de pesquisa universitária e desenvolvem-nas mais aprofundadas na aplicação do conhecimento e inovação, com o objetivo de criar sucesso econômico e comercial nos mercados fora do sistema de ensino superior. Dentro do quadro de inovação linear, há uma relação sequencial "primeiro-depois" entre pesquisa básica (produção de conhecimento) e inovação (aplicação do conhecimento).

A compreensão baseada no Modo-1 na produção de conhecimento tem sido contestada pelo novo conceito de "Modo 2" de produção de conhecimento, que foi desenvolvido e proposto por Gibbons et al. (1994, pp. 3-8, 167). O Modo 2 enfatiza uma aplicação de conhecimento e uma resolução de problemas baseada em conhecimento que envolve e incentiva os seguintes princípios: "conhecimento produzido no contexto da aplicação", "transdisciplinar", "heterogeneidade e diversidade organizacional", "responsabilidade social e reflexividade" e "controle de qualidade" (veja mais Nowotny et al. 2001, 2003, 2006). A chave nesse cenário é o foco em uma produção de conhecimento em contextos de aplicação. O Modo 2 expressa e incentiva referências claras a modelos de inovação e inovação. O modelo linear de inovação também se tornou desafiado por modelos não lineares de inovação, que estão interessados em desenhar conexões mais diretas entre produção de conhecimento e aplicação do conhecimento, onde a pesquisa básica e a inovação estão sendo acopladas não em uma relação "tão bem" e "paralela" (paralelamente) (Campbell e Carayannis 2012). O modo 2 parece também ser compatível com a inovação não linear e suas ramificações.

Uma universidade "Mode 3", instituição de ensino superior ou sistema de ensino superior representaria um tipo de organização ou sistema que busca formas criativas de combinar e integrar diferentes princípios de produção de conhecimento e aplicação de conhecimento (por exemplo, Modo 1 e Modo 2), por isso incentivando a diversidade e a heterogeneidade e por isso também criando contextos organizacionais criativos e inovadores para pesquisa e inovação. O Modo 3 incentiva a formação de "ambientes de conhecimento criativo" (Hemlin et al. 2004). "Mode 3 universities" e Mode 3 instituições e sistemas de ensino superior estão preparados para realizar "pesquisas básicas no contexto da aplicação" (Campbell e Carayannis 2013a, p. 34). Isso tem, além disso, qualidades de inovação não linear. A governança do ensino superior e da governança no ensino superior também devem ser sensíveis, se uma instituição de ensino superior opera com base na Mode 1, Mode 2 ou uma combinação destes na Modo 3. O conceito de "governança epistêmica" enfatiza que os paradigmas de conhecimento subjacentes da produção de conhecimento e aplicação do conhecimento estão sendo abordados por estratégias, políticas e medidas de garantia da qualidade e melhoria da qualidade (Campbell e Carayannis 2013a, 2013b, 2016).

O modelo de inovação Triple Helix concentra-se nas relações universidade-indústria-governo (Etzkowitz e Leydesdorff 2000). Nesse sentido, a Triple Helix representa um modelo básico para a produção de conhecimento e a aplicação da inovação. Os modelos dos sistemas de inovação Quadruplica Helix e Quintuple Helix são projetados para já compreender e referir-se a uma complexidade ampliada na produção de conhecimento e aplicação do conhecimento (inovação); assim, a arquitetura analítica desses modelos é conceituada mais ampla. Para usar termos metafóricos, a Hélice Quádrupla incorpora e contextualiza a Tríplice Hélice, enquanto a Helix Quintuple incorpora e contextualiza a Hélice Quádrupla (e Tríplice Hélice). A Hélice Quádrupla adiciona como quarta hélice o "público baseado na mídia e na cultura", "sociedade civil" e "artes, pesquisa artística e inovação baseada em artes" (Carayannis e Campbell 2009, 2012, p. 14 e 2014; ver também Danilda et al. 2009, e Bast et al. 2015). A Hélice Quádrupla também poderia ser enfatizada como a perspectiva que especificamente traz a "dimensão da democracia" ou o

"contexto da democracia" para o conhecimento, a produção de conhecimento e a inovação. O modelo de inovação Quintuple Helix é ainda mais abrangente em seu trecho e abordagem analíticos e explicativos, adicionando ainda a quinta hélice (e perspectiva) dos "ambientes naturais da sociedade" (Carayannis e Campbell 2010, p. 62).

A Tríplice Hélice é explícita ao reconhecer a importância do ensino superior para a inovação. No entanto, pode-se argumentar que a Tríplice Hélice vê produção de conhecimento e inovação em relação à economia; assim, os modelos Triple Helix primeiro (principalmente) a economia e a atividade econômica. Nesse sentido, a Tríplice Hélice enquadra a economia do conhecimento. A Hélice Quádrupla traz a perspectiva adicional da sociedade (sociedade do conhecimento) e da democracia (democracia do conhecimento). O entendimento quadruplicado-helix-inovação-sistema enfatiza que o desenvolvimento sustentável e na economia (economia do conhecimento) exige que haja uma co-evolução da economia do conhecimento e da sociedade do conhecimento e da democracia do conhecimento. A Hélice Quádrupla até incentiva as perspectivas da sociedade do conhecimento e da democracia do conhecimento para apoiar, promover e avançar na produção de conhecimento (pesquisa) e aplicação do conhecimento (inovação). Além disso, a Hélice Quádrupla também é explícita de que não apenas as universidades (instituições de ensino superior) das ciências, mas também as universidades (instituições de ensino superior) das artes devem ser consideradas como instituições decisivas e determinantes para o avanço de sistemas de inovação no próximo estágio: a conexão interdisciplinar e transdisciplinar de ciências e artes cria combinações cruciais e criativas para promover e apoiar a inovação. Aqui, na verdade, está uma das chaves para o sucesso futuro. O conceito e termo de "ecologia social" refere-se às "interações sociedade-natureza" entre a "sociedade humana" e o "mundo material" (ver, por exemplo, Fischer-Kowalski e Haberl 2007). A Comissão Europeia (2009) identificou a necessária transição socioecológica da economia e da sociedade não apenas como um dos grandes desafios da próxima fase, mas também como uma oportunidade, para o progresso e o avanço da economia do conhecimento e da sociedade do conhecimento. O Quintuple Helix refere-se a essa transição socioecológica da sociedade, da economia e da democracia, o sistema de inovação Quintuple Helix é, portanto, ecologicamente sensível. Quintuple Helix baseia sua compreensão da produção de conhecimento (pesquisa) e da aplicação do conhecimento (inovação) na ecologia social. Questões ambientais (como o aquecimento global) representam questões de preocupação e de sobrevivência para a humanidade e a civilização humana. Mas a Helix Quintupla traduz questões ambientais e ecológicas de preocupação também em oportunidades potenciais, identificando-as como possíveis impulsionadores para a produção e inovação do conhecimento futuro (Carayannis et al. 2012). Isso, por fim, também define oportunidades para a economia do conhecimento. "A Helix Quintupla apoia aqui a formação de uma situação ganha-ganha entre ecologia, conhecimento e inovação, criando sinergias entre economia, sociedade e democracia" (Carayannis et al. 2012, p. 1).