

SISTEMAS COMPLEXOS E TEORIA ECONÔMICA

(2023 - 1º semestre)

Professores: Leonardo Costa Ribeiro e Eduardo da Motta e Albuquerque

(sextas-feiras, 14h30m-16h10m)

PROPOSTA PRELIMINAR DE PROGRAMA

EMENTA: Definição de sistemas complexos pela física. Uma primeira aproximação sobre a economia como um sistema complexo. História da física: do equilíbrio aos sistemas complexos. Modelagem de sistemas complexos no mundo físico. A abordagem do Instituto de Santa Fé. Como identificar um sistema complexo: Fourier e fractais. Intuições de clássicos da economia sobre elementos de sistemas complexos. Estudos empíricos e modelos de simulação. A peculiaridade da economia como um sistema complexo. Sistemas complexos e a economia: uma elaboração inicial.

APRESENTAÇÃO: como construir um diálogo entre a economia e a física?

I- PRIMEIROS PASSOS PARA UM DIÁLOGO ENTRE A FÍSICA E A ECONOMIA

- I.1) Uma definição: sistemas complexos segundo a física
- I.2) Fora do equilíbrio: a teoria econômica em busca de novos paradigmas

II- DE NEWTON AOS SISTEMAS COMPLEXOS: NOTAS SOBRE A HISTÓRIA DA FÍSICA

- II.1) O equilíbrio na termodinâmica clássica
- II.2) Lorenz, Anderson, Goldenfeld
- II.3) A modelagem de sistemas complexos: o modelo ISING, o modelo do monte de areia (Bak et al, 1988, 1991), El Farol Bar (Arthur, 1999)

III- O INSTITUTO SANTA FÉ: UMA EXPLORAÇÃO DA ECONOMIA COMO SISTEMA COMPLEXO

- III.1) Uma resenha do tratamento de sistemas complexos e complexidade pela economia
- III.2) Uma história do Instituto Santa Fé (Fontana, Arthur, 2010)
- III.3) A elaboração de Brian Arthur (1999, 2015, 2021)

IV- A IDENTIFICAÇÃO DE SISTEMAS COMPLEXOS

- IV.1) Em busca da assinatura de sistemas complexos
- IV.2) Fourier
- IV.3) Fractais

V- INTUIÇÕES DE CLÁSSICOS DA ECONOMIA SOBRE SISTEMAS COMPLEXOS: QUESTÕES DE MÉTODO

- V.1) De Smith a Marx
- V.2) Uma passagem pelo Instituto de Conjuntura de Moscou (Kondratiev e Slutsky)
- V.3) H. Simon, Schumpeter e a elaboração neo-schumpeteriana

VI- ESTUDOS EMPÍRICOS E MODELOS DE SIMULAÇÃO

- VI.1) Movimentos da taxa de lucro nos Estados Unidos (Ribeiro et al, 2017a)
- VI.2) A identificação de uma especificidade da economia capitalista: a mudança no nível de complexidade (Ribeiro et al, 2017b)
- VI.3) Transição entre diferentes sistemas econômicos: o preço do trigo no longo prazo (Melo, 2022)

VII- UMA ELABORAÇÃO PRELIMINAR SOBRE SISTEMAS COMPLEXOS E A ECONOMIA

- VII.1) Uma síntese das discussões do curso
- VII.2) Uma elaboração preliminar: intuições dos clássicos da economia e a construção teórica de uma economia fora-do-equilíbrio – a contribuição dos sistemas complexos
- VII.3) Uma agenda de pesquisa

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBERT, R.; H. JEONG; ALBERT-LASZLO BARABASI (2000). *Nature*, 406, 378-382.
- ANDERSON, PHILIP W. (1972) More is different: broken symmetry and the nature of the hierarchical structure in science. *Science*, v. 177, n. 4047, pp. 393-396, 4 August 1972. doi: 10.1126/science.177.4047.393.
- ARTHUR, BRIAN (1995) Complexity in economic and financial markets. *Complexity*, v. 1, n. 1, pp. 20-25.
- ARTHUR, B. (2010) Complexity, the Santa Fé approach and non-equilibrium economics. *History of Economic Ideas*, v. XVIII, n. 2, pp. 149-166.
- ARTHUR, BRIAN (2015) *Complexity and the economy*. Oxford: Oxford University Press.
- ARTHUR, BRIAN (2021) Foundations of complexity economics. *Nature Review Physics*, v. 3, February, pp. 136-145.
- BAK, P.; CHEN, K. (1991) Self-organized criticality. *Scientific American*, v. 264, n. 1, pp. 46-53.
- BAK, P.; TANG, C.; WISENFELD, K. (1988) Self-organized criticality. *Physical Review A*, v. 38, n. 1, pp. 364-374.
- BARABASI, A. L.; R. ALBERT (1999) *Science*, 286, 509-512 (1999).
- BARABÁSI, A-L. (2016) *Network Science*. Cambridge: Cambridge University Press (available at <http://networksciencebook.com/>).
- CANTWELL, J. (2013) Blurred boundaries between firms, and new boundaries within (large multinational) firms: the impact of decentralized networks for innovation. *Seoul Journal of Economics*, v. 26, n. 1, pp. 1-32.
- CAVES, R. (1998) Industrial organization and new findings on the turnover and mobility of firms. *Journal of Economic Literature*, v. 36, pp. 1947-1982.
- CHANDLER JR., A. (1977). *The Visible Hand - The Managerial Revolution in America Business*. London: The Belknap Press of Harvard University Press.
- COSTA, R. L.; VASCONCELOS, G. L. (2003) *Physica A*, v. 329, p. 231.
- DOSI, G. (1997) Opportunities, incentives and collective patterns of technological change. *The Economic Journal*, v. 107, pp. 1530-1547.
- DUNNING, J.; LUNDAN, S. (2008) *Multinational enterprises and the global economy*. Cheltenham: Edward Elgar (Second edition).
- FONTANA, M. (2010) The Santa Fé perspective on economics: emerging patterns in the science of complexity. *History of Economic Ideas*, v. XVIII, n. 2, pp. 167-196.
- FREEMAN, C.; LOUÇÃ, F. (2001) *As time goes by: from the industrial revolution to the information revolution*. Oxford: Oxford University.
- FREEMAN, C.; SOETE, L. (1997) *The economics of industrial innovation*. London: Pinter.

- GELL-MANN, M. (1994) *The Quark and the Jaguar*. New York: St. Martin's Griffin.
- GELL-MANN, M. (1995) What is complexity? *Complexity*, v. 1, n. 1, pp. 16-19.
- GILDEN, T.; THORNTON AND M.W. MALLON (1995) *Science*, Vol. 267, p. 1837-1839.
- GOLDENFELD, N. & KADANOFF, L. P. (1999). Simple lessons from complexity. *Science*, 284, 87-89. doi: 10.1126/science.284.5411.87.
- GONTIS, V. (2001) *Lithuanian J. Phys.*, Vol. 41, p. 551-555; cond-mat/0201514.
- GONTIS, V. (2002): *Nonl. Anal.: Model. Contr.*, Vol. 7, p. 43-54; cond-mat/0211317.
- GONTIS, V.; B. KAULAKYS, M. ALABURDA AND J. RUSECKAS (2004) Evolution of Complex Systems and 1/f Noise: from Physics to Financial Markets. *Solid State Phenomena* Vols. 97-98 (2004) pp. 65-70.
- GOVINDAN, R. B.; VJUSHIN, D.; BRENNER, S.; BUNDE, A.; HAVLIN, S.; SCHELLNHUBER, H. (2001) *Physica A*, v. 294, p. 239.
- HOLMSTROM, B.; ROBERTS, J. (1998) The boundaries of the firm revisited. *Journal of Economic Perspectives*, v. 12, n. 4, pp. 73-94.
- IVANOVA, K.; AULOOS, M. (1999) *Physica A*, v. 274, p. 349.
- KAUFMAN, S. (1995) *At home in the universe: the search for the laws of self-organization and complexity*. Oxford: Oxford University Press.
- KAULAKYS, B. (1999) *Phys. Lett. A*, Vol. 257 (1999), p. 37-42.
- KAULAKYS, B.; MEÖKAUSKAS, T. (1998) *Phys. Rev. E*, Vol. 58, p. 7013-7019.
- KOCH, C.; LAURENT, G. (1999) Complexity and the nervous system. *Science*, v. 284, pp. 96-98, 2 April 1999
- KONDRATIEV, N. D. (1926) Long cycles of economic conjuncture. In: *The works of Nikolai D. Kondratiev*. Edited by N. Makasheva, Samuels, W.; Barnett, V. London: Pickering and Chato (1998), pp. 25-60.
- LANGLOIS, R. (1994) The boundaries of the firm. In: BOETTKE, P. (org.) (1994) *The Elgar Companion to Austrian Economics*. Aldershot: Edward Elgar, pp. 173-178.
- LANGLOIS, R. (2003) The vanishing hand: the changing dynamics of industrial capitalism. *Industrial and Corporate Change*, v. 12, n. 2, pp. 351-385.
- LORENZ, EDWARD (1972) Predictability: does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas? *American Association for the Advancement of Science*, 139th Meeting.
- MADDISON, ANGUS (2010) Historical statistics of the World Economy – 1-2008 AD. Groningen Growth and Development Centre. Retrieved from www.ggdc.net/maddison/Historical_Statistics/horizontal-file_02-2010.xls
- MALERBA, F.; ORSENIGO, L. (1996) The dynamics and evolution of industries. *Industrial and Corporate Change*, v. 5, n. 1.
- MANDELBROT, BENOIT (1977) *The fractal geometry of nature*. New York: W. H. Freeman and Company. (Updated and augmented, 1982).
- MANDELBROT, BENOIT, HUDSON, RICHARD (2004) *The (mis)behavior of markets: a fractal view of financial turbulence*. New York: Basic Books.
- MARX, K. (1867) *Capital*. Volume I. London: Penguin (1976)
- MARX, K. (1884) *Capital*. Volume II. London: Penguin (1978)
- MARX, K. (1894) *Capital*. Volume III. London: Penguin (1981)

- MASLOV, S.; C. TANG, Y.-C. ZHANG (1999) *Phys. Rev. Lett*, Vol. 83, p. 2449-2452.
- MAXIM, V.; LEVENT XENDUR, JALAL FADILI, JOHN SUCKLING, REBECCA GOULD, ROB HOWARD, AND ED BULLMOREA (2005) Fractional Gaussian noise, functional MRI and Alzheimer's disease, *NeuroImage*, v. 25, p. 141–158
- MELO, BRUNO C. (2019) *Elementos evolucionários para uma teoria da demanda*. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG (Dissertação de Mestrado).
- MELO, BRUNO C. (2022) A economia como sistema complexo e o mercado como propriedade emergente: em busca de sinais de complexidade nos preços do trigo desde o séc. XIII. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG (Projeto de Qualificação de Doutorado).
- METROPOLIS, N; S. ULAM (1949) *Journal of the American Statistical Association*, 44, 335.
- NELSON, R. (1991) Why do firms differ, and how does it matter? In: NELSON, R. *The sources of economic growth*. Cambridge, Mass: Harvard University, 1996.
- NELSON, R.; WINTER, S. (1982) *An evolutionary theory of economic change*. Cambridge, Mass; London: The Belknap Press of Harvard University Press.
- PENROSE, E. (1959) *The theory of the growth of the firm*. Oxford: Oxford University (third edition, 1995).
- PEREZ, C. (2010) Technological revolutions and techno-economic paradigms. *Cambridge Journal of Economics*, v. 34, n. 1, pp. 185-202.
- RIBEIRO, L. C. (2022) Sistemas complexos, economia e Covid-19. In: ALUQUERQUE, E. M.; JAYME JR, FREDERICO G.; BRITTO, GUSTAVO (eds) *Crise, pandemia e alternativas*. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG, pp. 165-191.
- RIBEIRO, L. C.; DEUS, L. G.; LOUREIRO, P. M., ALBUQUERQUE, E. M. (2017a) Profits and fractal properties: notes on Marx, countertendencies and simulation models. *Review of Political Economy*, v. 29, n. 2., pp. 282-306 (disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/09538259.2016.1265823>)
- RIBEIRO, L. C.; DEUS, L. G.; LOUREIRO, P. M., ALBUQUERQUE, E. M. (2017b) A network model for the complex behavior of the rate of profit: exploring a simulation model with overlapping technological revolutions. *Structural Change and Economic Dynamics*, v. 43. pp. 51-61 (disponível em <http://dx.doi.org/10.1016/j.strueco.2017.07.001>)
- RIBEIRO, L.; MARQUETTI, A.; CHAVES, C.; ALBUQUERQUE, E. (2018) Rate of profit in the United States and in China (2007-2014): introductory comparison of two trajectories. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG (Texto para Discussão 577, disponível em <https://EconPapers.repec.org/RePEc:cdp:texdis:td577>).
- RIBEIRO, L.; SANTOS, U.; MUZAKA, V. (2017), Trademarks as an indicator of innovation: towards a fuller picture. Belo Horizonte: Cedeplar-UFMG (Texto para Discussão 571, disponível em <https://EconPapers.repec.org/RePEc:cdp:texdis:td571>)
- RIBEIRO, L.; ALBUQUERQUE, E. (2016) Countertendencies at Work: New Sectors and New Regions in the Current Transition Towards a New Phase of Capitalism. *Science & Society*, v. 80, p. 566-580.
- ROSENBERG, N. (1976) Marx as a student of technology. In: *Inside the black box: technology and economics*. Cambridge: Cambridge University Press, pp. 34-51 (1982).
- ROSENBERG, N. (1998a) Chemical engineering as a General Purpose Technology. In: HELPMAN, E. *General Purpose Technologies and economic growth*. Cambridge, Mass./London: The MIT Press, pp. 167-192.
- ROSENBERG, N. (1998b) The role of electricity in industrial development. In: ROSENBERG, N. (2010) *Studies on science and the innovation process – selected works by Nathan Rosenberg*. New Jersey/London: World Scientific, pp. 137-151.

- ROSENBERG, N.; FRISCHTAK, C. (1983) Long waves and economic growth: a critical appraisal. *American Economic Review*, v. 73, n. 2, pp. 146-151.
- SCHMALENSEE (1989) Inter-industry studies of structure and performance. In: SCHMALENSEE, R.; WILLIG, R.D. (ed). *Handbook of industrial organization*. Amsterdam: Elsevier Science, v. 2, pp. 951-1009.
- SCHUMPETER, J. (1911) *A teoria do desenvolvimento econômico*. São Paulo: Nova Cultural, 1985.
- SCHUMPETER, J. (1942) *Capitalism, socialism and democracy*. New York: HarperPerennial, 1975.
- SCHUSTER, P. (2016) How complexity originates? Examples from history reveal additional roots to complexity. *Complexity*, v. 21, n. S2, pp. 7-12.
- SIMON, H. (1962) The architecture of complexity. *Proceedings of the American Philosophical Society*, v. 106, n. 6, pp. 467-482.
- SINGER, W. (2009) The brain, a complex self-organizing system. *European Review*, v. 17, n. 2, pp. 321-329.
- SLUTSKY, EVGENII E. [1927] 1937. The Summation of Random Causes as the Source of Cyclic Processes. *Econometrica*, v. 5, n. 2, pp. 105-146.
- SMITH, A. (1776) *A Riqueza das Nações: investigação sobre sua natureza e suas causas*. São Paulo: Abril Cultural, 1983. Retrieved from <http://www.econlib.org/library/Smith/smWN.html>
- SWEDBERG, R. (1995) Markets as social structures. In: SMELSER, N.; SWEDBERG, R. (eds). *The handbook of economic sociology*. Princeton: Princeton University Press, pp. 255-282.
- SWEDBERG, R. (2005) Markets in society. In: SMELSER, N.; SWEDBERG, R. (eds) *The handbook of economic sociology*. Princeton/New York: Princeton University Press/Russel Sage Foundation (2nd edition), pp. 233-253.
- SWENDSEN, R. H.; S. WANG, A. M. FERRENBURG (1992) The Monte Carlo Method. In: *Condensed Matter Physics*. Berlin: Springer-Verlag
- TEECE, D. J. (2010) Technological innovation and the theory of the firm: the role of enterprise-level knowledge, complementarities, and (dynamic) capabilities. In: HALL, B.; ROSENBERG, N. (eds) *Handbook of the economics of innovation*. Volume I. Amsterdam: North Holland, pp. 679-730.
- TURNER, S.; S.B. LOWEN, M.C. FEURSTEIN, C. HENEGHAN, H.G. FEICHTINGER, M.C. (1997) *Teich: Fractals*, Vol. 5, p. 565-595.
- UNCTAD (2013) *World Investment Report 2013 – Global value chains: investment and trade for development*. Geneva: UNCTAD.
- WANG, G., et al. (2016), Persistent sulfate formation from London Fog to Chinese haze, *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 113(48), 13630–13635.
- WILLIAMSON, O. (1985) *The economic institutions of capitalism*. New York: The Free Press.
- WONG, H. (2003) *Microel. Reliab.* Vol. 43, p. 585-599.
- YAMAMOTO, Y.; NAKAMURA, Y.; SATO, H.; YAMAMOTO, M.; KATO, K.; HUGHSON, R. (1995) On the fractal nature of heart rate variability in humans: effects of vagal blockade, *American Physiological Society*, R830 0363-6119. AGARWAL, R.; GORT, M. (1996) The evolution of markets and entry, exit and survival of firms. *The Review of Economics and Statistics*, pp. 489-498.

CRONOGRAMA

#	DIA	TEMA	BIBLIOGRAFIA
01	10/03/2023	Apresentação	Programa do curso
	Responsável	LCR, EA	
02	17/03/2023	Definição física: sistemas complexos	Ribeiro (2022)
	Responsável	LCR	
03	24/03/2023	Teoria econômica: economia como SC	Notas de aula
	Responsável	EA	
04	31/03/2023	HdaF: de Newton até Goldenfeld	Goldenfeld e Kadanoff (1999)
	Responsável	LCR	
05	14/04/2023	Modelagem de sistemas complexos do mundo da física	Bak et al (1988, 1991)
	Responsável	LCR	
06	28/04/2023	HPE: O Instituto Santa Fé (1)	Fontana (2010), Arthur (2010)
	Responsável	EA	
07	05/05/2023	HPE: O Instituto Santa Fé (2)	Arthur (2021)
	Responsável	EA	
08	12/05/2023	Física: como identificar um sistema complexo? Fourier	Fourier
	Responsável	LCR	
09	19/05/2023	Física: como identificar um sistema complexo? Fractal	Mandelbrot
	Responsável	LCR	
10	26/05/2023	TE: Intuições de economistas sobre sistemas complexos (1)	Smith (1776), Marx (1867), Kondratiev (1926), Slutsky (1937)
	Responsável	EA	
11	02/06/2023	TE: Intuições de economistas sobre sistemas complexos (2)	Schumpeter (1939), Simon (1962), Dosi (1987)
	Responsável	EA	
12	16/06/2023	Movimentos da taxa de lucro e auto-organização	Ribeiro et al (2017a)
	Responsável	LCR, EA	
13	23/06/2023	As características da economia como sistema complexo	Ribeiro et al (2017b)
	Responsável	LCR, EA	
14	30/06/2023	Preços do trigo entre 1250 e 2000	Melo (2022)
	Responsável	BM	
15	07/07/2023	Conclusão: Sistemas complexos e a teoria econômica	Notas de aula
	Responsável	LCR, EA	
TF	10/07/2023	TRABALHO FINAL	