



SERGIO RODA

Teoria della complessità e impero romano

Un'ipotesi di indagine

Debbo ammettere, prima di una trentina di anni or sono le mie conoscenze circa la teoria, o come molti preferiscono dire, l'epistemologia della complessità, che riceve oggi – ottobre 2021 – ulteriore conferma scientifica attraverso il conferimento del premio Nobel per la fisica a Giorgio Parisi per gli studi sui sistemi complessi non lineari (su cui ritorneremo), erano quanto mai vaghe e superficiali. Fu all'incirca in quel periodo che Ilya Prigogine venne a Torino, ospite dell'Accademia delle Scienze, e introdusse non certo solo il sottoscritto ma moltissimi altri studiosi a quello che era stato l'oggetto principale delle sue indagini.

Fisico-chimico russo, fuggito in Belgio con la famiglia dopo la Rivoluzione di Ottobre, Prigogine svolse gran parte della sua attività accademica e di ricerca prima in quel paese e poi negli Stati Uniti. Nel 1977 ricevette il premio Nobel per lo studio del non-equilibrio termodinamico e delle strutture cosiddette dissipative, o *sistemi dissipativi*, cioè sistemi ordinati che scambiano materia ed energia con l'ambiente esterno e che si formano attraverso un processo irreversibile di cambiamento (*dissipativo*), di produzione di entropia, la grandezza di misura del disordine di un sistema di qualunque dimensione e tipologia, dall'Universo a insiemi di anche minima grandezza. Misurabile in joule per grado Kelvin, l'entropia in un sistema isolato aumenta costantemente tendendo a raggiungere un valore massimo; secondo l'interpretazione data dalla meccanica statistica, l'entropia è una funzione crescente della probabilità che un sistema si trovi in un determinato stato macroscopico¹, per cui i sistemi isolati evolvono spontaneamente verso le configurazioni a entropia maggiore, che si

¹ SHARP 2019.



identificano con quelle caratterizzate da un minore grado di ordine. L'esito della trasformazione dei sistemi attraverso lo scambio di materia e di energia comporta una profonda rottura della simmetria che talvolta si traduce nelle forme di una struttura complessa, la quale può essere in grado di trovare nuova stabilità attraverso la consumazione di energia determinata dalle circostanze ambientali. In termini forse semplificatori si può dunque dire che i sistemi dissipativi sono sistemi complessi che difettano di equilibrio costante, presentandosi come una successione di stati sempre dissimili. Esempio principe di sistema dissipativo per Prigogine è il TEMPO, che appare – appunto – come un illimitato susseguirsi di stati differenti, e in ragione di ciò non reversibile e soggetto a sua volta ad entropia, misura del disordine di qualunque sistema, fisico e non solo fisico. Esistono tuttavia sistemi dissipativi capaci di auto-organizzarsi o auto-riorganizzarsi adattando i propri mutamenti all'ambiente e contenendo o imbrigliando la propria entropia, regolando cioè il proprio disordine o, meglio ancora, metabolizzando in riorganizzazioni funzionali il proprio caos entropico e aprendosi a nuovi sviluppi positivi e durevoli².

Procedendo da tali constatazioni e dalle relative elaborazioni di pensiero è nata la teoria/epistemologia della complessità che studia la natura e le dinamiche dei sistemi complessi nonché i fenomeni ad essi associati. La metodologia scientifica di analisi è stata applicata in prima istanza alla fisica e alle scienze dure in generale per poi trovare possibile impiego in altri, molteplici ambiti scientifici, dalla ecologia alle scienze sociali, dall'economia alla psicologia, dalla filosofia alle scienze umane in generale, secondo una logica di superamento del conflitto fra culture nel segno di quella che Prigogine definì "la nuova alleanza" fra scienze fisiche, biologiche ed umane. Nel discorso di accettazione del premio Nobel nel 1977, egli così si esprimeva:

«Forse l'orientamento del mio lavoro è emerso dal conflitto fra la vocazione umanistica che avevo da adolescente e l'indirizzo scientifico che ho scelto all'università. Quasi per istinto, in seguito mi sono dedicato a problemi di complessità sempre crescente, forse perché pensavo di potervi trovare un punto

² La produzione scientifica di Ilya Prigogine è ovviamente amplissima citiamo qui soltanto le principali opere molte accessibili anche in traduzione italiana: PRIGOGINE, GLANSORFF 1971; PRIGOGINE, NICOLIS 1977; PRIGOGINE, STENGERS 1979 (su cui le osservazioni e le forti critiche di BERTRAND 2017, 173-204); PRIGOGINE, STENGERS, *et alii* 1979; PRIGOGINE 1980A; PRIGOGINE 1980B; PRIGOGINE 1986 (trad.it. in BOCCHI, CERUTI 2007, 155-169); PRIGOGINE, NICOLIS 1989; PRIGOGINE, KONDEPUDI 1999. Specificamente sulle problematiche relative al tempo PRIGOGINE 1972, 1189; PRIGOGINE, STENGERS 1988; PRIGOGINE 1996. Fin dalla loro formulazione le teorie di Prigogine hanno trovato opposizione anche dura: cfr. ad es. KEIZER, FORREST FOX, 1974, 192-196.



di incontro tra le scienze fisiche, da un lato, e la biologia e le scienze umane, dall'altro».³

E due decenni dopo, visitando nel 1999, a Pescara, l'*International Center for Relativistic Astrophysics Network* e avendogli conferito il Comune di Pescara la cittadinanza onoraria, pronunciò una *lecture* inaugurale per il *Workshop on "The Chaotic Universe"*, che si tenne in quella occasione. Incentrato sulla tematica del tempo e sui principi di reversibilità e irreversibilità, lo *speech* dal titolo, *The arrow of time*, si apriva su una riflessione personale e sulla tematica delle due culture⁴:

«I feel very moved by your kindness and by the honour bestowed on me. I really don't think I deserve it because the problems in which I was interested would have been solved in the same way by anyone who would have followed the same path in his professional life. Perhaps my originality is that I came from philosophy and then to science, and not the inverse. Many people work in science and then they, in their older age, go to philosophy. My case is different, I was always interested in philosophy, as well as in archaeology, in music, and history. In all these fields the arrow of time plays an essential role. And that is the reason why I could never believe that the future is given. Plato stated that change is the origin of all philosophy, of art, of drama and still the problem of time, - of the arrow of time-, remains a problem which is still very controversial».

e più avanti nel medesimo discorso proseguiva:

«The dichotomy between the philosophers' view on time and the scientists' view of time gave rise to a conflict between philosophy and physics. Hegel, Bergson, Whitehead, Heidegger and Sartre had only contempt for science: Science is giving a distorted view of the universe, as it does not include the idea of the arrow of time, which is a basic, existential dimension of human beings. That led finally to a kind of war of cultures, which is still going on. [...] I believe that philosophy and science are connected; they're both expressions of human culture, and you cannot make philosophy without taking into account the science of your time, or do science without understanding what are the problems which are of interest to your contemporaries. I even feel that in some sense the philosophers and artists and writers have anticipated what is happening now. For example, Kandinskij or Duchamp repeat "Determinism cannot be true," and André Breton goes even so far as to state, "We should

³ PRIGOGINE 1977.

⁴ Testo completo di *The arrow of time*, Inaugural lecture of the workshop on "The chaotic universe", given by the Nobel Prize Ilya Prigogine when the city of Pescara has bestowed on him the honorary citizenship, in: https://www.icranet.org/index.php?option=com_content&task=view&id=190&Itemid=283. Trad. it. di C. Sigismondi in: <http://www.icra.it/Publications/Books/Prigogine/Discorso.htm>.



destroy laboratories because laboratories are giving us a false idea of men and of their existence».

Di là dai paradossi artistico/letterari, che scomodano Kandinskij, Duchamp e Breton, il superamento del conflitto fra le due culture sta dunque alla base della applicazione 'utile' della teoria della complessità, forse non una scienza con peculiarità disciplinari del tutto autonome come tuttavia alcuni propongono di definirla⁵, ma una prospettiva epistemologica che proprio in quanto tale appare ormai svolgere un ruolo cruciale nelle dinamiche del pensiero contemporaneo e proporsi come chiave interpretativa e come supporto analitico di una pluralità di fenomeni in altrettanti molteplici ambiti scientifici.

Se Prigogine ne è uno dei principali interpreti e divulgatori, la teoria della complessità ha radici più lontane. L'espressione in sé viene fatta risalire a un articolo pubblicato su *Scientific America* nel 1978⁶, ma il pensiero della complessità nasce alla fine degli anni quaranta ad opera principalmente di ricercatori di cibernetica e di teorie dell'informazione, a cui nel tempo si sono progressivamente aggiunti intellettuali e studiosi di discipline sia scientifiche sia umanistiche.

Negli anni '80 numerosi convegni internazionali e soprattutto la fondazione del *Santa Fe Institute*, divenuto rapidamente il più importante centro internazionale di studi sulla complessità (un ruolo che continua tuttora ad assolvere)⁷, attribuirono piena dignità epistemologica alla teoria, grazie anche al contributo di altri premi Nobel, come Murray Gell-Mann, vincitore per la fisica nel 1969 in ragione dei suoi studi sulle particelle elementari e sulla teoria dei quark, e co-fondatore dell'Istituto di Santa Fe⁸; o come Manfred Eigen, chimico biofisico e chimico-fisico tedesco, Nobel per la chimica nel 1967, a lungo direttore del *Max-Planck-Institut für biophysikalische Chemie* di Göttingen, studioso degli acidi nucleici e dell'evoluzione che conduce dall'inorganico all'organico, nonché ideatore della teoria degli ipercicli, fondamentale per gli studi sull'origine della vita intrecciati con quelli sulle proprietà di auto-organizzazione della materia. Gli ipercicli – per

⁵ Ad es. GANDOLFI 1999

⁶ PIPPENGER 1978, 114-125.

⁷ Cfr. <https://www.santafe.edu/about/overview>;

<https://santafe.edu/engage/learn/programs/introduction-complexity>;

<https://www.complexityeducation.com/2018/09/19/santa-fe-institute/>;

https://santafe.edu/?gclid=Cj0KCQjw5auGBhDEARIsAFyNm9HNjGLh1HN_rZHFYfmKH5zAnx_VG8TeGJo27Q0Nb9wzPJ_u2UDenPUaAm1GEALw_wcB; COWAN 1995. Ora anche LI VIGNI 2020. Vedi pure l'interessante contributo di CITERA 2017, 207-222.

⁸ La più nota fra le sue opere è GELL-MANN 1994A; cfr. JOHNSON 1999; KRAUKAUER 2019.



quanto attiene alla loro elaborazione teorico/metodologica – si sono rivelati utili per descrivere sistemi complessi in campi molto differenti come la rappresentazione di possibili metabolismi prebiotici; come il comportamento di imprese ed aziende; come le attività di innovazione tecnologica, e così via. Sempre Eigen, procedendo nell'analisi degli *steps* dell'evoluzione prebiotica alla luce della biologia molecolare, ha individuato l'entità detta *informazione*, all'interno della quale a loro volta si manifestano i *significati* e dove la nozione di complessità determina un transito dalla quantità alla qualità⁹. Un percorso gnoseologico quest'ultimo, sul quale specificamente si indirizza oggi l'indagine e che ha permesso di studiare le tematiche della complessità in vari ambiti della scienza umanistica, dalla sociologia alla filosofia. La svolta in tal senso si deve soprattutto a Isabelle Stengers, chimica di formazione ma approdata rapidamente alla filosofia della scienza e all'epistemologia, coautrice con I. Prigogine di lavori fondamentali¹⁰, che procedendo dalla nozione prigoginiana di struttura dissipativa, estesa dai sistemi che operano in disequilibrio termodinamico a molteplici realtà disciplinari e del pensiero, approda a una rielaborazione della concezione scientifica omnicomprensiva che a sua volta porta al concetto di complessità.

Più in generale gli studi di Isabelle Stengers toccano le problematiche dell'autoritarismo scientifico, i rapporti fra scienza e politica, la natura degli ecosistemi e le interrelazioni psicodinamiche fra ambiente e contesto, gruppi etnici e sindromi psichiatriche, l'ecologia delle strutture sociali, socioeconomiche e politiche¹¹. Tutti campi che attengono alla teoria della complessità a causa del loro disequilibrio e della loro instabilità. Soggetti a flussi incrementali di sia di energia, sia di materia, sia anche di informazione e di nuovi scambi relazionali, essi possono evolvere modificando il loro ordine e la loro configurazione ed accrescendo progressivamente la loro complessità strutturale.

⁹ EIGEN, WINKLER 1975; EIGEN, SCHUSTER 1979; EIGEN 1992; EIGEN 1993; EIGEN 2013. Sugli ipercicli nelle diverse declinazioni applicative e soluzioni interpretative in campi differenti cfr. i numerosi contributi di A. STEINER, F. PINI, M. J. GANDER comparsi su «*Il Volterriano*», rivista della Commissione di Matematica della Svizzera Italiana, tra il 1991 e il 2013; cfr. inoltre FORESTIERO 1999; MARCHETTI 2004; ADDARIO 2009; DE TONI, COMELLO, IOAN 2011; BRUCCIANI 2019, 31-73.

¹⁰ PRIGOGINE, STENGERS 1977, 287-304, 617-630; PRIGOGINE, STENGERS 1979; PRIGOGINE, STENGERS 1984.

¹¹ PRIGOGINE, STENGERS 1984; STENGERS 1987; STENGERS, CHERTOK 1989; STENGERS, SCHLANGER 1989; STENGERS, SCHLANGER 1990; STENGERS 1994; STENGERS 1993 ; STENGERS, NATHAN 1995; STENGERS, NATHAN, HOUNKPATIN 1997; STENGERS 2000; STENGERS 2002; STENGERS, BENSUADE-VINCENT 2003; STENGERS, SONIGO 2003; STENGERS, PIGNARRE 2005; STENGERS 2006; STENGERS 2010; STENGERS 2011; STENGERS 2013.



In altri termini gli studi di Isabelle Stengers, sulle tracce di Prigogine, costituiscono un passo fondamentale nel percorso di estensione dei concetti della teoria della complessità dalle *hard sciences* alle scienze umane in una prospettiva su cui si inserì rapidamente, con eccellenti risultati, Edgar Morin, il quale dal rapporto con il padre della cibernetica moderna Norbert Wiener¹² e con lo psichiatra e ingegnere William Ross Asby¹³ comprese come la complessità che si misurava, ad es. come nel caso degli studi di Wierer, in termini meccanico/elettrici, potesse tradursi in una modalità utile per l'analisi del pensiero sociologico e filosofico e delle scienze del governo degli uomini. In qualche modo la teoria della complessità si propone per Morin¹⁴, in sintonia con Prigogine, come espressione di una cultura terza fra scienze della vita e scienze umane: si tratta anzi di proporre la "terza cultura" come l'espressione di una comunità di biologi evolvuzionisti, genetisti, chimici, chimici-fisici, fisici, matematici, epistemologi, scienziati cognitivi, neuroscienziati, informatici, ma anche sociologi, filosofi, economisti, storici che fatica a riconoscersi pienamente sia nella cultura umanistica sia in quella tecnico-scientifica e che intende perciò produrre una nuova "filosofia naturale" basata sull'interdisciplinarietà imposta dalla complessità trasversale degli argomenti studiati. In particolare secondo una simile punto di vista la teoria della complessità può rivelarsi lo strumento privilegiato per lo studio multidisciplinare dei sistemi adattativi complessi e della fenomenologia ad essi associata. I cosiddetti *C.S.A., Complex Adaptive Systems*, sono sistemi aperti, dinamici nel senso che dispongono della capacità di modificarsi e di autogenerarsi¹⁵. Costituiti da una pluralità di componenti, a loro volta più o meno complesse, che si influenzano vicendevolmente, i sistemi aperti interagiscono con l'ambiente, con il contesto in cui insistono, con le organizzazioni di riferimento, attraverso uno scambio che - come detto - può essere di materia e di energia ma anche di informazione, forza, potere. In

¹² WIENER 1950; WIENER 1956; WIENER 1985 (1948). Cfr. CONWAY, SIEGELMAN 2005; FAUCHEUX 2008; ALMIRA 2009; CASSOU-NOGUÈS 2014 ; MONTAGNINI 2017; VALOTTA 2019, 225-252.

¹³ ROSS ASHBY 1958, 83-99; ROSS ASHBY 1952/1960; ROSS ASHBY 1956. Cfr. ASARO 2008, 149-184.

¹⁴ Nell'immensa opera di Edgar Morin, giunto quest'anno al felice traguardo dei 100 anni, trattano specificamente della complessità la sua opera principale: MORIN 1977-2004, e inoltre, in particolare: MORIN, 1990; MORIN, BOCCHI, CERUTI 1991; MORIN (sous la dir. de) 1994; MORIN, LE MOIGNE 1997; MORIN, LE MOIGNE 1999; MORIN, MOTTA, CIURANA 2003; MORIN, 2011; MORIN 2018a; MORIN 2018b, VII-X. Cfr. LI VIGNI, FOYER, BONNEUIL 2013; LI VIGNI 2015.

¹⁵ GELL-MANN 1994B, 17-45 = <https://authors.library.caltech.edu/60491/1/MGM%20113.pdf>; MILLER, PAGE 2007.



sintesi i sistemi complessi adattativi (biologici, ecologici, finanziari, economici, medico-sanitari, sociali, socio-filosofici, geopolitici ecc.) corrispondono ad almeno tre caratteristiche comuni: 1) capacità di autorganizzazione; 2) pluralità di componenti; 3) interazioni locali (ogni componente influisce sulle componenti più prossime), non lineari (più interazioni contemporanee non tutte prevedibili in anticipo e non misurabili né valutabili preventivamente).

Nella variabilità pressoché inesauribile delle tipologie di sistemi complessi possono entrare, ad esempio, le città così come il sistema di autocontrollo del metabolismo cellulare, i termitai e i formicai così come il rapporto di coppia, gli imperi sovranazionali così come il sistema climatico, le compagini sociali così come le borse valori e i loro meccanismi di azione, e così via in una dinamica che, se da un lato distingue complessità da complicazione (sistemi complicati ma non complessi nel senso che a differenza dei sistemi complessi pur nella loro composizione a più elementi sono comunque facilmente descrivibili in termini fisico-matematici come ad esempio, l'acqua, o un computer, o il rapporto fra due corpi celesti come terra/luna¹⁶), dall'altro non nega una relazione e una possibile interazione fra sistemi complessi e sistemi non complessi, o addirittura fra sistemi massimamente complessi e sistemi minimamente complessi. I sistemi complessi sono in sostanza tutti quei sistemi che sono lontani da uno stato di equilibrio e in cui l'interazione di molti componenti individuali determina comportamenti complessivi e globali di non agevole prevedibilità: il neo premio Nobel Parisi, ad esempio ha osservato a lungo quale esempio e caso di studio dei sistemi complessi non lineari il volo degli stormi di storni analizzandone i comportamenti fluidi e imprevedibili¹⁷

Oltre le singole specificazioni e le molteplici casistiche esplicative oggetto di indagine scientifica, la teoria della complessità propone altresì una vera e propria visione dell'intera realtà del mondo (un'autentica *Weltanschauung*) cui sottende una metodologia interpretativa del globo in senso biofisico e filosofico, ma altresì sociopolitico e storico.

¹⁶ Sulla differenza fra sistemi complessi e sistemi complicati cfr. ad es. GANDOLFI 1999, 90-97.

¹⁷ BALLERINI, CABIBBO, CANDELIER, CAVAGNA, CISBANI, GIARDINA, LECOMTE, ORLANDI, PARISI, PROCACCINI, VIALE, ZDRAKOVIC 2008; CAVAGNA, CIMARELLI, GIARDINA, PARISI, SANTAGATI, STEFANINI, TAVARONE 2010. Un'osservazione che senza ovviamente i connotati scientifici degli studi di Parisi e dei suoi colleghi e collaboratori aveva già attratto l'attenzione di Dante nel celeberrimo paragone fra il volo dei grandi stormi di stornelli e quello scomposto e irregolare dei lussuriosi trascinati dalla bufera infernale. Dante, *Inf.* V,40-42: «E come gli stornei ne portan l'ali / nel freddo tempo, a schiera larga e piena, / così quel fiato gli spiriti mali».



Secondo la teoria della complessità il mondo può essere concepito come una rete di sistemi di varia complessità o, ancor meglio, come un megasistema complesso costituito da infiniti sottosistemi che posso essere a loro volta da poco o nulla complessi a ipercomplessi in base a una articolata quanto rigorosa scala gerarchica. La gerarchia dei sistemi corrisponde evidentemente a un approccio in cui la teoria della complessità denuncia la sua origine fisico/chimica (il rapporto fra un sistema principale e sottosistemi richiama ad es. i sistemi stellari, o la fisica delle particelle), tuttavia la struttura gerarchico/connettiva si adatta anche ai sistemi complessi non misurabili che possiamo genericamente imputare a un ambito *lato sensu* umanistico e che – come si è già osservato – spazia dalla filosofia alla sociologia all'economia e alla finanzia, alla geopolitica e alla storia.

Non è un caso che lo studio italiano più intelligentemente divulgativo sulla “*scienza della complessità*” (per usare l'espressione dell'autore che – come si è già accennato – si pone fra coloro che accreditato la piena specificità ed autonomia scientifica della teoria della complessità), quello di Alberto Gandolfi, pubblicato nel 1999 e riedito nel 2008, si intitoli evocativamente *Formicai, Imperi, Cervelli*¹⁸ e indichi, dopo un'ampia introduzione metodologica, esempi di diversa ma analoga complessità riferibili alla realtà biosociale, come appunto i formicai; alla realtà neurologica (il cervello); o alla realtà genetico/biologica (il corpo umano e gli organismi viventi); o alla realtà naturale (i sistemi ecologici); o alla realtà economica (la complessità dell'impresa), ma anche alla realtà della storia e della società: l'evoluzione nella storia dei sistemi sociali e politici, e in particolare degli imperi, e la loro complessità che si inverte anche attraverso continui snodi epocali, o *biforcazioni catastrofiche* nel senso etimologico dell'aggettivo che indica rivolgimento, svolta, esito conclusivo di uno stato e di una dimensione che si trasformano in altre. Dal punto di vista strettamente storico Gandolfi propone tre esempi di società storiche complesse in fase di pre-collasso, ove si sarebbero verificati mutamenti sociali tipici delle biforcazioni catastrofiche determinatisi attraverso il cosiddetto meccanismo di *nucleazione*. Durante l'“anarchia strutturale” che contraddistingue una biforcazione si formerebbero continuamente piccole isole di ordine, che vengono generalmente spazzate via dal caos che le circonda. A un certo punto uno di questi nuclei ordinati riesce però a stabilizzarsi attraverso meccanismi di *feedback* e a prendere il sopravvento, coinvolgendo un numero sempre maggiore di elementi e sottosistemi fino a costituire una nuova compagine. Così si sarebbe verificato nella Rivoluzione russa del 1917, «dove un piccolo

¹⁸ GANDOLFI 1999.



gruppo marginale poté in poche settimane coagulare attorno a sé il consenso della popolazione e dell'esercito, prendendo il controllo di un Paese immenso», così avvenne «nel IV secolo della nostra era, [allorché] un piccolo gruppo religioso periferico [i cristiani] poté in pochi decenni assumere un ruolo determinante all'interno dell'Impero romano e in seguito del mondo», un evento che testimonia come operi la dinamica dei sistemi complessi: «durante il caos della biforcazione catastrofica, una minuscola «fluttuazione» storica (la conversione dell'imperatore Costantino) ha avuto – in modo assolutamente imprevedibile a priori – conseguenze fondamentali sull'intera storia della Civiltà occidentale»; il terzo evento, e cioè la presa del potere di Hitler in Germania negli anni '30 del XX secolo, è frutto del medesimo meccanismo sistemico¹⁹.

Le esemplificazioni di Gandolfi peccano certamente dal punto di vista della accuratezza storica o, per meglio dire, propongono un'interpretazione approssimativa che pare originata dalla *communis opinio* piuttosto che frutto di approfondimenti opportuni sulla scorta delle fonti primarie e della letteratura scientifica (ad esempio parlare senza esitazioni, o dubbi, di “conversione” di Costantino prima della battaglia di Ponte Milvio significa trascurare secoli di analisi e di dibattiti storiografici tuttora aperti), ma ciò che va recepito come utile contributo della sua analisi è la connessione fra il dato storico e le dinamiche di sistemi complessi quali le compagini politiche e le società ad ampio spettro etnico, culturale e territoriale.

Già Prigogine, correttamente citato da Gandolfi, aveva messo in evidenza il fatto che le società (e gli imperi) sono «sistemi estremamente complessi, che presuppongono una quantità potenzialmente enorme di biforcazioni, rappresentata dalla varietà delle culture che si sono evolute nel [...] corso della storia». Si tratta insomma di sistemi assai sensibili alle fluttuazioni anche di modesta importanza – in linea teorica provocabili anche da singoli individui (Augusto? Costantino?) – che sono in grado di svilupparsi fino a mutare l'intera struttura del sistema²⁰ e pervenire a trasformazioni anche di grande entità come quella appunto determinata dall'impatto del cristianesimo sulla società e sulla struttura di potere dell'impero romano: difficile negare che si trattò di un sovvertimento epocale avviato dalle scelte costantiniane (non solo *Saxa Rubra* e la battaglia di ponte Milvio, ma l'editto di Milano, il concilio di Nicea ecc.) e proseguito in crescendo fino, sullo scorcio del IV secolo, alla dichiarazione teodosiana del cristianesimo come religione di stato.

¹⁹ GANDOLFI 1999, 212-213.

²⁰ PRIGOGINE, STENGERS 1994, 312.



Riportando la riflessione sul piano metodologico, e premesso che appare difficile negare la dimensione di sistema complesso delle compagini imperiali, si tratta di capire se in sede di indagine storica sia possibile e funzionale l'impiego degli strumenti interpretativi offerti dalla epistemologia della complessità per comprenderne meglio i meccanismi di funzionamento, le virtù e le fragilità strutturali, e in special modo le motivazioni del cedimento e crollo di tali strutture politiche. Occorre quindi prioritariamente comprendere quali siano i principali intrecci di sistemi e sottosistemi che costituiscono il tessuto connettivo delle configurazioni imperiali e, in seguito, come, quando e perché sui sistemi analizzati intervengano elementi di dissipazione.

Sulla complessità delle strutture sociali e dei sistemi imperiali si è soffermato nel 1988, con una celebre quanto da molti contestata opera – *The Collapse of Complex Societies* –, l'antropologo e storico Joseph Tainter²¹, che in seguito avrebbe continuato a produrre un notevole numero di contributi sul tema²², soffermandosi anche più volte – come esempio principe di dissipazione di società – sulla crisi e caduta dell'impero romano²³. Tainter nel definire che cos'è la complessità di un sistema sociopolitico, paradossalmente in una sorta di ossimoro ideologico rispetto alla sostanza tematica, tende forse a semplificare un quadro di variabili tendenzialmente innumerevoli, ma in ogni caso permette di definire un quadro plausibile di elementi che identificano il concetto di "complesso" riferito a quegli specifici sistemi, e cioè la grandezza della società o della compagine geopolitica, il numero e la differenziazione delle parti che la compongono, la varietà dei ruoli e l'articolazione delle personalità sociali che incorpora, nonché il grado di mobilità sociale intergenerazionale o intra-generazionale, la molteplicità e la qualità dei meccanismi e delle interrelazioni che consentono di accordarne tutte le componenti e di attivare un armonico, coerente, integrato ed efficiente funzionamento del sistema.

²¹ TAITNER 1988. Fra coloro che contestarono con argomenti indubbiamente degni di considerazione le posizioni di Tainter cfr. in particolare BOWERSOCK 1991, 119-121. Si vedano pure le acute osservazioni del chimico-fisico U. BARDI 2010 (e ora vd. pure BARDI, FALSINI, PERISSI 2019; BARDI 2020). E inoltre GANDOLFI 1999, 212, che pur facendo riferimento tematico all'opera di Tainter parla di una certa rozzezza e grossolanità circa le sue misure di valutazione della complessità del sistema delle società/civiltà; PAURA 2014.

²² TAITNER 1995, 397-407; TAITNER 1996, 61-76; TAITNER 2000, 3-41; TAITNER 2001, 1803-1826; TAITNER 2006, 91-103; TAITNER 2008, 342-371; TAITNER, TAYLOR 2014, 168-181; TAITNER, TAYLOR 2016, 1005-1043.

²³ TAITNER 1994, 1207-1255; TAITNER 1996; TAITNER, CRUMLEY 2007, 61-75; TAITNER 2014, 201-214.



Per alcuni versi può apparire complementare alle analisi di Tainter l'assai più recente saggio di David Acemoglu e James Robinson sul perché del collasso delle nazioni²⁴, ove sostanzialmente gli autori suggeriscono come le società e i sistemi politici che meglio funzionano e offrono maggiore stabilità e prosperità sono quelli più complessi a tutti i livelli, politico, istituzionale, sociale, economico, finanziario, culturale. I sistemi cosiddetti *estrattivi*, basati cioè da un lato sulla rapina di stato e dall'altro sulla repressione al fine di garantire a una ristretta élite il controllo sia del potere sia dei beni che invece dovrebbero essere comuni e collettivi, sono sistemi poco complessi, destinati a cadere a breve o medio termine tanto per la difficoltà di gestire le diseguaglianze e i grandi squilibri economici e infrastrutturali quanto per i costi molto elevati degli apparati repressivi. I sistemi *inclusivi*, invece, possono garantire una lunga durata nella stabilità in quanto ancorati a un sistema molto complesso di regole e di meccanismi di governo e supportati da un consenso sociale esteso e continuativo; va tuttavia tenuto conto che se la complessità che li caratterizza è condizione necessaria per una loro evoluzione e caratterizzazione in senso positivo è altrettanto vero che si tratta di sistemi estremamente delicati e – come già avvertiva Prigogine – sensibili alle fluttuazioni sia in senso vantaggioso (con cambiamenti virtuosi ed migliorativi), sia in senso sfavorevole (con dissipazioni senza recupero, o alterazioni imprevedibili degli ordinamenti che ne garantivano il prolungato funzionamento).

Da Prigogine a Tainter ad Acemoglu e Robinson viene dunque proposto un modello plausibile delle dinamiche della complessità applicate alle grandi società e alle costruzioni imperiali multietniche e multiculturali nonché dei vantaggi e dei rischi che i sistemi mega- o iper-complessi comportano. Meno convincente appare l'approccio laddove l'impianto logico/teorico generale lascia spazio alla peculiarità dei casi specifici esaminati. Tainter ad esempio parlando dell'impero romano e del suo collasso ne connette le ragioni alla diminuzione dei profitti prodotta dalla complessità:

«Come società basata sull'energia solare dall'elevata tassazione, l'Impero aveva poche riserve fiscali. Quando si trovarono di fronte alle crisi militari, gli imperatori romani dovettero spesso reagire svalutando la moneta d'argento e cercando di trovare nuovi fondi. Nel terzo secolo d.C. le continue crisi costrinsero gli imperatori a raddoppiare le dimensioni dell'esercito e ad incrementare tanto le dimensioni quanto la complessità degli apparati di governo. Per pagare tutto questo, vennero prodotte grandi quantità di moneta priva di valore, i prodotti furono requisiti ai contadini e il livello di tassazione

²⁴ ACEMOGLU, ROBINSON 2012. Cfr. ora pure ACEMOGLU, ROBINSON 2020.



venne reso ancor più oppressivo (fino a due terzi del raccolto netto dopo il pagamento dell'affitto). L'inflazione devastò l'economia. I territori e la popolazione furono censiti e tassati in tutto l'impero. Le comunità erano ritenute responsabili nel loro complesso per ogni eventuale evasione fiscale. Mentre i contadini diventavano sempre più affamati o vendevano i propri figli come schiavi, si costruivano massicce fortificazioni, le dimensioni dell'apparato burocratico raddoppiavano, l'amministrazione provinciale veniva resa più complessa, si pagavano forti sussidi in oro alle tribù germaniche e si fondavano nuove città e corti imperiali. Con il crescere delle tasse, le terre marginali vennero abbandonate e la popolazione calò. I contadini non erano più in grado di mantenere famiglie numerose. Per evitare gli obblighi civili oppressivi, i ricchi fuggirono dalle città per fondare proprietà rurali autosufficienti. Alla fine, per sfuggire alla tassazione, i contadini accettarono volontariamente un rapporto feudale con questi proprietari terrieri. Poche famiglie ricche finirono per possedere gran parte della terra nell'Impero d'Occidente, e furono in grado di sfidare il governo imperiale. L'Impero si trovò a doversi mantenere consumando le proprie risorse di capitali: i terreni produttivi e la popolazione contadina. L'Impero Romano fornisce il più documentato esempio della storia di come aumentare la complessità per risolvere i problemi porta a maggiori costi, minori profitti, disaffezione della popolazione produttiva, debolezza economica e collasso. Alla fine, l'Impero Romano non sarebbe più stato in grado di risolvere i problemi derivanti dalla sua stessa esistenza»²⁵.

V'è indubbiamente del vero nell'interpretazione di Tainter, ma oltre all'insufficiente approfondimento dell'analisi basata soltanto su fonti secondarie anch'egli non sfugge alla colpevole ingenuità storica imputabile a tanti altri storici e studiosi più o meno attrezzati nell'attribuire a un'unica causa la fine dell'impero occidentale di Roma, andando in qualche modo ulteriormente ad arricchire il catalogo delle 210 motivazioni avanzate nel tempo per giustificare la caduta dell'impero romano, che Alexander Demandt – con meticolosità ma non senza ironia – compilò una quarantina di anni or sono²⁶. Inoltre, l'affermazione conclusiva secondo cui l'Impero Romano fornirebbe il più documentato esempio della storia di come l'aumento della complessità per risolvere i problemi porta – attraverso rapidi passaggi – alla crisi economica e al collasso appare contraddittoria rispetto all'equazione, più volte altrove da lui stesso ribadita: massima complessità uguale maggior stabilità e durata delle società. E se è pur vero, come abbiamo appena visto, che la maggior complessità moltiplica le occasioni di fluttuazione, non sempre l'esito delle 'biforcazioni' è negativo, al contrario esso può configurarsi come un'evoluzione e un rafforzamento del sistema con lo stesso tasso di probabilità di esiti invece funesti e *dissipativi*.

²⁵ TAINTER 1996, 66-67 (trad. it. di A. CARPANELLI).

²⁶ DEMANDT 1984 (2014), 638-695.



La storia di Roma conosce biforcazioni epocali che hanno prodotto risultati eccellenti sul piano della stabilizzazione politica e dell'*increase* di tutti i fondamentali della società: la svolta repubblicana dopo la cacciata dei re etruschi, o la riforma augustea rientrano appieno in una dimensione di crescita esponenziale della complessità cui corrisponde un prolungato sviluppo politico-istituzionale e socioeconomico di grande rilievo ed efficacia. In una prospettiva sicuramente meno esaltante ma altrettanto storicamente significativa si pone la riforma diocleziano-costantiniana che modifica, accrescendole, le articolazioni della complessità ma consente a un nuovo ordine di far proseguire la vicenda del sistema imperiale secondo inedite modalità di funzionamento e rinnovati punti di riferimento nella gestione articolata del potere e della società.

Proprio l'analisi dei mutamenti radicali (*biforcazioni* per dirla alla Prigogine) nella lunga durata della storia romana permette di cogliere i principali caratteri della complessità di quell'organismo politico approdato nel corso dei secoli a un vero e proprio sistema/mondo, in grado di controllare direttamente, o condizionare indirettamente, molta parte dell'area eurasiatica, mediterranea e nordafricana: oltre alle già citate dimensioni tainteriane, e cioè grandezza, numero e distinzioni delle parti componenti, varietà di ruoli delle personalità sociali, molteplicità dei meccanismi politici, sociali, istituzionali, occorre aggiungere le diversità etniche e culturali, l'economia integrata, la connettività o capacità di intercomunicazione estesa a tutto il territorio della repubblica imperiale e intesa sia in senso materiale sia in senso comportamentale e di valori di riferimento.

Alcuni anni fa Elio Lo Cascio²⁷ ha giustapposto il giudizio di Tacito, che nel contesto del racconto sull'incendio di Roma e sulle accuse rivolte da Nerone ai cristiani come autori materiali dell'incendio, riferendosi alla diffusione dalla Giudea a Roma della *exitiabilis superstitio*, affermava come Roma fosse il luogo *quo cuncta undique atrocitas aut pudenda confluunt celebranturque*²⁸, a quello di Elio Aristide che nel paragrafo 13 dell'orazione *A Roma* osservava come

«[...] E veramente si può dire, come diceva Esiodo degli estremi confini dell'Oceano - che c'è un luogo dove tutto confluisce in un unico principio e in un'unica fine - che qui [nell'Urbe] tutto converge, commerci, navigazioni, agricoltura, metalli lavorati, tutte quante le arti che ci sono e che ci sono state, tutto quanto è prodotto e generato dalla terra. Quello che non si riesce a vedere qui, non rientra nell'ordine delle cose che sono esistite o che esistono, per

²⁷ LO CASCIO 2013, 185-201.

²⁸ Tac. *Ann.* 15, 44.



questo non è facile decidere se sia più l'Urbe a superare le città a lei contemporanee, o il suo impero a superare tutti gli imperi del passato.»²⁹

precisando un concetto già espresso nel precedente paragrafo 11:

«[...] Qui confluiscie da ogni terra e da ogni mare quello che generano le stagioni e producono le varie regioni, i fiumi, i laghi, e le arti dei Greci e dei barbari; se uno vuole osservare tutte queste cose, bisogna o che se le vada a vedere viaggiando per tutta l'ecumene, o che venga in questa città. Infatti quanto nasce e si produce presso ciascun popolo, non è possibile che non si trovi sempre qui addirittura in abbondanza.»³⁰

Secondo la lucida analisi di Lo Cascio, che fa riferimento anche alla ormai classica concettualizzazione di Horden e Purcell³¹, siamo qui di fronte a una duplice e opposta interpretazione della "connettività" dell'impero di Roma, *una connettività senza precedenti nella sua natura e nelle sue dimensioni*, che Tacito condanna cogliendone il tratto a suo avviso del tutto negativo e che invece Aristide esalta considerandola del tutto positiva³².

Al di là dei giudizi moralistici tacitiani o della retorica encomiastica aristidea, entrambi gli autori certificano la realtà di una città/impero, o di un impero/città, che si contraddistinguono nel segno dell'iper-connettività e della complessità. Non c'è distinzione perché Roma è l'impero e l'impero è la dilatazione di un modello di città, quindi la connettività/complessità di Roma si identifica con la connettività/complessità dell'impero. Prendendo spunto dalle considerazioni di Paolo Desideri, che dava della ambivalenza città-impero proposta da Aristide due possibili, ed entrambe plausibili, spiegazioni³³, Lo Cascio sostiene che l'elemento distintivo della costruzione

²⁹ Arist. *A Roma* 13 (trad. di FONTANELLA 2007, 31).

³⁰ Arist. *A Roma* 11 (trad. di FONTANELLA, 2007, 31).

³¹ HORDEN, PURCELL 2000. Cfr. LO CASCIO 2015, 277-285.

³² LO CASCIO 2013, 185-192.

³³ DESIDERI 2007, 7-8: «Cerchiamo di sgombrare subito il campo da un'iniziale difficoltà concettuale che mi pare rilevante, nonostante l'abilità retorica con la quale è gestita: il passaggio dal discorso sulla città al discorso sull'impero. Il problema si potrebbe porre in questi termini: per quale motivo quello che è essenzialmente un elogio dell'impero romano deve configurarsi come abnorme articolazione interna di un discorso sulla città di Roma? Si possono ipotizzare due risposte a tale quesito. La prima è la più ovvia: che in effetti l'impero di Roma, a differenza di tutti gli altri imperi fioriti nell'Oriente antico, e fino alle monarchie ellenistiche eredi dell'impero di Alessandro, è il risultato di una progressiva estensione, svoltasi nell'arco di secoli, di un dominio originariamente limitato al territorio di una città. La seconda è più sofisticata: non sarebbe stato comunque accettabile, né per la mentalità politica greca né, e forse soprattutto, per quella romana, che si proponesse – specialmente in una sede ufficiale quale presumibilmente fu quella in cui il discorso [di Aristide] fu pronunciato – un elogio della forma impero tout-court.»



imperiale come viene presentata da Aristide è l'integrazione, prima di tutto istituzionale-politica, amministrativa e giuridica, ma anche economica «nel senso che la città di Roma come emporio, diocesi ed ergasterio comune ha in realtà la sua proiezione al livello dell'intero impero in quel che possiamo definire un mercato comune, il mercato integrato dell'impero»³⁴, e possiamo aggiungere anche culturale, dal momento che – pur nella varietà delle etnie che compongono l'ampio mosaico dei popoli dell'impero – i tratti di uniformità e consonanza che Roma propone e impone (dalla lingua alla moneta, dal diritto al modello istituzionale cittadino) riescono a costruire un sostrato di *idem* sentire che supera, senza sopprimerle, tradizioni e usanze autoctone, per far prevalere il valore della cittadinanza romana, acquisita o ambita, rispetto alla cittadinanza locale, e per realizzare una mentalità omogenea di là da ogni barriera fisica, culturale e ideologica.

Nella prospettiva che abbiamo illustrato l'impero di Roma appare dunque come un vero e proprio prototipo di sistema iper-complesso, contraddistinto cioè da una complessità che si esprime per l'appunto a ogni livello, politico e istituzionale, sociale ed economico, finanziario e infrastrutturale, culturale e religioso. Roma e il suo impero, così come – per la verità poche – altre compagini imperiali della storia precedente e successiva, e cioè quelle entità statali e politiche (estese territorialmente o sviluppate egemonicamente) costituite da un insieme di regioni e di popoli sottoposti a un'unica autorità, si definisce e si comporta come un sistema complesso dinamico e adattativo³⁵, con forti capacità di autorganizzazione e autorigenerazione, che gli ha consentito di reggersi a lungo e stabilmente nel tempo.

Si tratta precisamente delle proprietà macroscopiche dei sistemi previste dalla teoria della complessità e in genere definite come *comportamenti* o, appunto, *proprietà emergenti*, determinate dalla varia

³⁴ LO CASCIO 2013, 193. Cfr. pure LICANDRO 2020, 165-191.

³⁵ Per lo studio dei sistemi adattativi complessi cfr. soprattutto i lavori di Stuart Kauffman, biochimico del Santa Fe Institute, fondatore nel 1996 della BiosGroup, una compagnia con sede sempre a Santa Fe, che impiega la strategia dei sistemi complessi per risolvere problemi di carattere economico, e oggi – in generale – uno dei principali teorici della complessità (KAUFFMAN 1993; 1995; 2019). Cfr. anche i contributi in <https://areeweb.polito.it/didattica/polymath/htmlS/info/CapitoloPrimo/ToniComelloPredeRagni/ToniComelloPredeRagni.htm>, a cura del progetto Polymath del Politecnico di Torino e dell'Istituto Superiore Mario Boella, 2005, e ivi, in particolare, le note di MARIO RASETTI, professore di fisica teorica al Politecnico di Torino e coordinatore della rete europea *Exystence (Complex Systems Network of Excellence)* dal titolo: *Complessità: dove la chimica emerge dalla fisica, la biologia dalla chimica, la coscienza dalla vita, la coscienza sociale da quella individuale* (presente anche in DE TONI, COMELLO 2005, XII; dei medesimi autori utile anche nella medesima prospettiva: DE TONI, COMELLO 2007).



interazione fra componenti del sistema, maggiore ovviamente quanto più numerose sono le componenti stesse. Tali interazioni, non sempre percettibili nel loro innescarsi, possono a propria volta e in determinate circostanze “ambientali”, o economiche, o storiche, produrre l’emergere di nuovi tipi di comportamento del sistema indirizzandolo, in senso evolutivo o involutivo, o verso svolte virtuose o, al contrario, verso crisi più o meno gravi. Tutto ciò sulla base di un presupposto evidente, e cioè che la complessità è fortemente legata alla varietà, e alle modalità con cui tale varietà interagisce nelle, e fra, le sue molteplici articolazioni³⁶; non solo, ma la complessità si può intendere anche come infinita generazione di varietà, dal momento che la dinamicità del sistema, come si è detto, può produrre continuamente variabili più o meno attive nella riorganizzazione e nella palingenesi positiva o negativa del sistema.

Il sistema/impero di Roma, in ragione della pluralità di varianti che lo compongono, ha dimostrato alla prova della storia, non solo – come abbiamo appena sottolineato – di rinnovarsi e reggere per più secoli alla sfida della stabilità e della lunga durata, ma anche di avere la capacità di costruire composite reti infrastrutturali e socioeconomiche, di creare e governare un’economia integrata (bilanciata secondo le diverse aree produttive dello stato nonché allacciata alle redditizie vie e rotte commerciali transcontinentali verso Oriente), di coordinare un’integrazione virtuosa fra le diverse componenti che disegnavano lo spettro sociale dell’impero: popoli con storia e tradizioni differenti, disuguaglianze centro/periferia, città/campagne, istituzioni centrali e amministrazioni locali, forte articolazione della scala sociale, relevantissima mobilità sociale intergenerazionale e intra-generazionale³⁷.

Una tale varietà richiede, da parte dei poteri che reggono il sistema, peculiare attitudine a gestire appunto le interconnessioni e le interazioni non lineari che inevitabilmente possono determinarsi nel processo di evoluzione storica. Perché il sistema nella sua complessità regga, occorre che le reti mantengano la loro efficienza ed efficacia, e occorre che il sistema sia in grado di attivare, adottare e regolare nel tempo processi protettivi di salvaguardia dei meccanismi dell’integrazione e di prevenzione dei conflitti: nel caso dell’impero di Roma si trattava di conservare la funzionalità del mercato (commercio ed economia), di garantire una fiscalità efficiente e tendenzialmente equa, di mantenere l’unità linguistica e monetaria, di

³⁶ FRIZELLE 1998; FRIZELLE, SUHOV 2008, 2649-2668; FRIZELLE, MCCARTHY, RAKOTOBEO-JOEL, 2000, 559-579.

³⁷ Su quest’ultima caratteristica della società imperiale cfr. RODA 2002, 27–36.



conservare e implementare l'omogeneità amministrativa e infrastrutturale (città amministrate nello stesso modo, impianto urbanistico nei limiti del possibile analogo), di preservare livelli di tolleranza sociale e ideologica, di modulare abilmente la concessione della cittadinanza, di favorire stili di vita omologhi e incoraggiare aspirazioni di promozione sociale individuale senza limitazioni imposte dalle condizioni giuridiche o socioeconomiche di nascita.

Molte voci di un elenco, peraltro sicuramente incompleto, che definiscono lo stato imperiale romano nei secoli del massimo sviluppo come un sistema iper-complesso, soggetto in quanto tale anche pericoli continui di *dissipazione*. In effetti – come è utile sottolineare ancora – gli equilibri della complessità sono quanto mai delicati e fragili e possono facilmente degenerare (*dissiparsi*) se non si interviene costantemente verificando e stabilizzando i fattori potenzialmente esogeni e centrifughi. Come direbbero Acemoglu e Robinson, bisogna altresì mantenere attive e funzionanti le istituzioni *inclusive* (piuttosto che *estrattive*) che instaurano un rapporto corretto e proficuo tra Stato e Società e tra politica ed economia per cui l'attività economica viene supportata da incentivi che ne favoriscono la crescita e l'espansione con ricadute positive sul benessere collettivo, sulla distribuzione della ricchezza, sugli stimoli all'intrapresa e all'ambizione di ascesa sociale dei singoli, nonché sulla concordia e sul superamento dei conflitti interni.

Una diretta percezione della complessità e insieme della articolazione del sistema/impero che Roma costruì si può oggi avere consultando strumenti visivi di particolare accessibilità e chiarezza predisposti da due dei più titolati atenei del mondo.

Mi riferisco in primo luogo al DARMC, *Digital Atlas of Roman and Medieval Civilizations* dell'Università di Harvard (oggi in fase di aggiornamento tecnico)³⁸, che offre mappe interattive dell'impero alto e tardo, gestibili singolarmente o sovrapponibili a più strati e più indicazioni tematiche, relative al reticolo di strade e delle vie, delle rotte, delle stazioni di posta e dei porti, delle città e degli insediamenti minori, dei ponti e degli acquedotti, della centuriazione, dei fari di segnalazione costiera, dei canali, delle dighe, degli argini, dei fossati, delle tenute, fondi e ville di campagna, dei siti di mercati, dei luoghi e tipologie di produzione, delle miniere e delle saline, delle ruote idrauliche, delle terme, delle necropoli, dei monumenti funerari più importanti, dei templi, delle antiche fortificazioni, delle fortezze romane e delle torri di guardia, delle roccaforti, dei sistemi difensivi tardoantichi; e mostra altresì quali mete potevano raggiungere le legioni

³⁸ <https://darmc.harvard.edu/>; <https://harvard-cga.maps.arcgis.com/apps/View/index.html?appid=b38db47e08ca40f3a409c455ebb688db>.



romane nello spazio di due giorni di cammino partendo dai singoli accampamenti fortificati. Ciascuno di tali dati riportati sulla carta dell'impero (con le sue principali divisioni amministrative e le loro relative variazioni nel tempo), costituisce di per sé l'immagine di un'organizzazione territoriale e infrastrutturale, economica e sociale nel contempo di estrema macchinosità e di grande efficienza, che appare tanto più articolata e composita se si esaminano – come è possibile – più elementi o meglio tutti gli elementi congiunti simultaneamente nella medesima cartografia iniziale. Naturalmente una simile compresenza di opere, strutture, realizzazioni al servizio degli spostamenti commerciali e militari, della rapida circolazione delle merci e delle materie prime, della fornitura alle città e alle campagne di acqua e risorse alimentari, della difesa dei confini, della qualità di vita e della sicurezza dei cittadini, denuncia un'evidente, potenziale fragilità, che viene messa in evidenza dal confronto con la situazione del tardoantico, nonché con le analoghe carte altomedievali, anche semplicemente fissando l'attenzione sulla forte diminuzione numerica dei simboli che rimandano alle infrastrutture.

Le carte digitali dell'atlante di Harvard mostrano insomma la complessità nella fase produttiva e vantaggiosa e poi nella fase dissipativa e decadente con il venire meno della funzionalità delle connessioni e delle reti di sostegno del sistema.

L'altro strumento grafico e geospaziale di cui oggi disponiamo è l'*ORBIS: The Stanford Geospatial Network Model of the Roman World* messo a punto nel 2015 da Walter Scheidel, storico antico di grande valore, fra i più attenti alla storia comparata e all'applicazione delle nuove tecniche informatiche allo studio del mondo premoderno, e da Elijah Meeks, esperto in *digital humanities* – entrambi attivi presso la Stanford University – con la collaborazione di specialisti *IT* e di un gruppo di studenti di Stanford³⁹. Il modello di *ORBIS*, costruito sulla base di precisi parametri di simulazione e di una complessa quanto funzionale infrastruttura *IT*, ci consente attraverso un'ampia gamma di visualizzazioni di verificare i costi e i tempi degli spostamenti e dei trasporti di uomini e merci lungo le principali direttrici della rete stradale romana, lungo le vie fluviali e i canali, lungo le rotte marittime del Mediterraneo, del Mar Nero e delle coste dell'Atlantico. Circa 750 siti di epoca romana (soprattutto città e insediamenti urbani, ma anche promontori e passi di montagna), più oltre 300 porti marittimi, tutto distribuito su 10 milioni di chilometri quadrati, costituiscono la rete su cui vengono simulati i movimenti e i tempi di percorrenza, utilizzando un'ampia

³⁹ <https://classics.stanford.edu/projects/orbis-stanford-geospatial-network-model-roman-world>. Cfr. SCHEIDEL 2015.



varietà di mezzi di trasporto: quattordici modi diversi di viaggiare su strada (carro trainato da buoi, facchino, mulo a pieno carico, viaggiatore a piedi, esercito in marcia, bestia da soma con carichi moderati, carro trainato da mulo, carovana di cammelli, marcia militare rapida senza bagagli, cavallo con cavaliere su viaggi di routine, viaggi privati di routine e accelerati [come il *cursus publicus* tardoantico], carrozza veloce e staffetta a cavallo); battelli fluviali civili e militari; e due tipi di velieri con parametri di navigazione e prestazioni diversi. Inoltre viene evidenziata la differenza di durata e costo dei viaggi a seconda delle stagioni, sempre in relazione ovviamente ai mezzi di trasporto usati. Le informazioni sulla velocità di viaggio terrestre e fluviale sono state raccolte da fonti antiche, o comunque premoderne, e adattate per cambiamenti significativi di tipologia di terreno o di altimetria. La velocità media di navigazione è calcolata da un algoritmo che simula la risposta delle navi a vela romane ai venti e alle correnti. Le rotte e le velocità di navigazione tengono conto della variazione mensile delle condizioni meteorologiche riportate dai manuali nautici standard. La rete stradale di base comprende 84.631 chilometri (52.587 miglia) di strade o piste desertiche, integrate da 28.272 chilometri (17.567 miglia) di fiumi e canali navigabili. La rete marittima del modello è costituita da 1026 rotte (che collegano 513 coppie di siti in entrambe le direzioni), molte delle quali documentate in fonti storiche e integrate da collegamenti costieri a corto raggio tra tutti i porti e alcune rotte a medio raggio. La loro lunghezza totale, che varia mensilmente, è in media di 192.810 chilometri (119.806 miglia). Il viaggio in mare è possibile a due velocità di navigazione che riflettono la probabile gamma di capacità di solcare i mari nel periodo romano. I viaggi marittimi sono vincolati da condizioni meteorologiche avverse (usando l'altezza delle onde come proxy). Oltre 150 rotte marittime sono classificate come collegamenti in mare aperto e possono essere disabilitate per limitare il movimento alle rotte costiere e altre rotte a corto raggio sotto costa, un processo che simula la pratica del cabotaggio e la navigazione in condizioni meteorologiche sfavorevoli (alternativa al *mare clausum* invernale). Per ogni percorso stradale il modello genera nove risultati possibili in termini di velocità e tre in termini di spesa per ogni segmento stradale; per i percorsi marittimi o fluviali produce due risultati possibili per il tempo e quattro per la spesa in un dato mese.

Il *network model* di *ORBIS* mostra dunque – in un arco di tempo che ha come momento principale di osservazione il 200 d.C. ma che si estende anche ai secoli precedenti e, soprattutto, ai successivi – una connettività a infiniti segmenti, sostenuta da tecnologie di trasporto e comunicazione premoderne che si basavano sull'energia generata da corpi umani e animali, e in cui il



costo piuttosto che la distanza costituiva la principale determinante. Tenendo anche conto del fatto esistevano vincoli ambientali e naturali sia nei percorsi via terra sia via fiume sia via mare (dai rilievi al clima, dalla forza dei venti e delle correnti alle variazioni stagionali ecc.) che non possono essere segnalate sulle carte ma che vengono valutate dall'algoritmo funzionale. L'interattività permette all'utente di calcolare qualsiasi percorso, fra due siti scelti, in termini di tempo di percorrenza e di costi, variabili a seconda della stagione di viaggio indicata, del mezzo di trasporto usato, dei tragitti (stradali, marittimi, fluviali, o misti) privilegiati.

Sia le numerosissime carte proposte dal sito (che comprendono ben 2973 segmenti di base della rete per i quali il modello simula un totale di oltre 363.000 risultati di costo distinti) sia quelle che l'utente può autonomamente generare sono straordinariamente rivelatrici – nella concretezza visiva – della complessità di un mondo fondato sull'interconnessione e l'interrelazione, e che costruisce la propria stabilità, efficienza e prosperità sul movimento continuo e rapido di uomini e merci. Sorprendono, oltre alla moltiplicazione degli insediamenti cittadini, veri e propri motori produttivi del sistema, e alla distribuzione capillare delle numerosissime infrastrutture di servizio, la rapidità relativa degli spostamenti e dei collegamenti fra gli estremi della compagine imperiale (ad es. il percorso più rapido fra *Londinium* e Alessandria di Egitto, due fra i punti più lontani dell'impero sulla direttrice nordovest/sudest, risulta di soli 42,5 giorni, che si accorciano nella stagione estiva utilizzando percorsi integrati stradali, fluviali e marittimi, a 35 giorni), una rapidità che naturalmente non è sempre direttamente proporzionale alla distanza ma si modifica e si computa in relazione alla scelta dei mezzi di trasporto, alla stagione e alla più o meno facile percorribilità delle strade (le vie marittime e fluviali ad esempio sono spesso più rapide – e sempre più a buon mercato – delle vie terrestri che costringono a passaggi accidentati e difficili, lenti e rischiosi, senza contare l'aggravio temporale ed economico dei *portoria*). Altrettanto significativo il non eccessivo ricarico dei costi calcolato in base alla lunghezza dei percorsi e al mutare delle stagioni (in questo secondo caso con una varianza da uno a nove ma solo per alcune estreme regioni di confine in direzione nordovest rispetto a Roma, mentre per la maggior parte delle regioni dell'impero si moltiplica in media per tre il prezzo di partenza per le merci in arrivo a Roma, e viceversa: elementi che evidentemente testimoniano non solo di un'economia comune e combinata fra le province dell'impero ma di una sostanziale omogeneità di valori e di prezzi (fatta salva ovviamente qualche peculiare specificità regionale), cui peraltro corrisponde fino all'avvio del III secolo il contenimento dell'inflazione.



La somma di reti che sono insieme ossature fondamentali di potere politico, di controllo territoriale e fiscale e, come abbiamo appena visto, di assoluta facilitazione della comunicazione e degli scambi economici, e l'infinita moltiplicazione delle tessere di mosaico che costituiscono la struttura dell'impero, anche nel caso del modello *ORBIS* di Stanford, come per quello del *Digital Atlas* di Harvard, certificano la delicatezza intrinseca a un sistema di estrema complessità in cui l'eventuale collasso di un elemento rischia, non necessariamente ma con una quota significativa di probabilità, di influire sul resto della struttura alterandone funzionalità, efficienza, produttività, rendimento complessivo.

Facendo anche riferimento alle carte dei due modelli digitali che illustrano la realtà tardoantica, con evidente approssimazione ma con altrettanta buona attendibilità storica, è lecito affermare che l'impero di Roma passò dall'assetto istituzionale e socioeconomico *inclusivo* dell'alto impero a quello prevalentemente *estrattivo* dell'impero tardo, allorché si registrò una concentrazione di risorse nelle élite dominanti, una deleteria divaricazione sociale, una sospensione della mobilità fra le classi, una progressiva difficoltà nella riscossione fiscale, una crescente interruzione delle reti relazionali e infrastrutturali. Un passaggio *dissipativo* che ribadisce, anche nella mutazione negativa, il carattere di sistema complesso dell'impero di Roma e ne registra momenti e rappresentazioni della crisi e della svolta in senso involutivo.

La narrazione storica dell'impero romano, come in una sorta di doppia immagine, da un lato si presenta come paradigma dei sistemi e delle società iper-complesse e dall'altro come verosimile conferma della possibilità di utilizzare la teoria della complessità quale strumento di decodificazione e interpretazione dei grandi fenomeni storici e della loro evoluzione/involuzione. A tale teoria del resto fanno riferimento in modo sempre più diffuso e significativo politologi, sociologi ed economisti che affiancano gli storici nel lavoro di analisi e decrittazione dei meccanismi profondi, che – di là dalle singole specificità – regolano e spiegano le crisi e le trasformazioni da cui periodicamente e costantemente sono investiti popoli e stati. Il recente studio *The Square and the Tower* di uno dei maggiori storici contemporanei, Niall Ferguson, richiama fin dal sottotitolo, *Networks, Hierarchies and the Struggle for Global Power*, alcuni elementi cardine della teoria della complessità⁴⁰: il testo, che parte dalla simbolica contrapposizione fra la Torre del Mangia e la Piazza del Campo a Siena indicata come la più vigorosa metafora urbanistica delle due forme antitetiche in cui si è incarnato

⁴⁰ FERGUSON 2017.



il potere nella società umana, quella *verticale* delle strutture piramidali gerarchizzate e quella *orizzontale* spartita nelle reti, attribuisce al modello organizzativo reticolare della società – che raramente si è imposto nella storia – un valore positivo e preminente grazie all'egemonia dei *networks* e alla loro maggiore capacità di imprimere alla società dinamicità, sviluppo, forza propulsiva, innovazione e cambiamento. I sistemi reticolari sono tuttavia sistemi naturalmente e intrinsecamente complessi e la loro minore durata e minore frequenza nel tempo rispetto ai più semplici sistemi centralistici e gerarchici è la riprova della tendenza dissipativa insita nella complessità e che solo in momenti storici si riesce a frenare nella lunga durata (l'impero di Roma, appunto).

In tutt'altra ottica si è assistito recentemente alla preordinata costruzione di un sistema complesso destinato a supportare prima la campagna elettorale, e poi il consolidamento del consenso su una posizione di vertice acquisita, da parte di Donald Trump. La rete relazionale e di controllo sociale ed economico messa in campo dal penultimo presidente USA (e costituita dal perfezionamento e ampliamento della *Trump Organization*, da banche, hotel, persone singole di notevole peso sociale, politico ed economico, da organizzazioni e aggregazioni preesistenti acquisite all'appoggio al presidente, da connessioni salde di vario tipo e natura, da coinvolgimenti e legami molteplici, da relazioni subordinate o associate)⁴¹, è stata visualizzata da un grafico che ne palesa la complicazione insieme all'estensione e alla forza di impatto e che nei tratti di visualizzazione non è lontana dalla struttura di altri *networks* relativi a organizzazioni statuali o economico/finanziarie⁴² (Tav. 1). Un sistema adattativo complesso, studiato – con ogni probabilità dal punto di vista epistemologico senza competenze peculiari e approfondite ma comunque dimostrando concretezza ed efficacia – con una tendenziale finalità di controllo totale dei principali strumenti di gestione del potere. Insufficiente evidentemente a consentire il proseguimento dell'esperienza presidenziale come la sconfitta nelle elezioni del 2020 dimostra, ma sufficiente ad accreditare su larghissime fasce della popolazione statunitense l'invenzione della vittoria rubata e delle frodi elettorali fino all'assalto a *Capitol Hill* e alla

⁴¹ BARRETT 2016.

⁴² <https://neo4j.com/blog/buzzfeed-trumpworld-dataset-neo4j/>. Cfr. <https://www.lyonwj.com/blog/trumpworld-us-contracting-data-neo4j>; <https://www.kaggle.com/skylord/trumpworld> ; <https://www.buzzfeednews.com/article/johntemplon/help-us-map-trumpworld#.qi2yovyvR>; <https://www.buzzfeednews.com/article/johntemplon/help-us-map-trumpworld#.qi2yovyvR>.



parodia di colpo di stato messa in atto da masse aizzate dal presidente sconfitto, ma incapace di accettare il verdetto delle urne.

La salda e articolata connessione di movimenti para-patriottici, fondamentalistico-religiosi, suprematisti, razzisti, antisemiti, complottisti, supportati da individui, gruppi e lobbies di potere finanziario e politico, pur nella sconfitta e nella oggettiva dissipazione di ruoli, ha consentito alla struttura di mantenersi pressoché intatta e di conservare largo consenso anche dopo la perdita da parte di Trump della presidenza, al punto da non potersi affatto escludere una riproposizione di candidatura e un ritorno alla Casa Bianca della stessa aggregazione di potere.

Il sistema costruito nel tempo da Trump e finalizzato alla conquista del governo degli USA, pur nella multiforme segmentazione che lo distingue fortemente da analoghe reti messe in campo dai suoi predecessori, è in ogni caso difficilmente paragonabile nella sua durata e validità al modello reticolare studiato da N. Ferguson ed ancor meno alla complessità estrema del sistema/impero romano. Pur tuttavia, se appunto l'impero di Roma può costituire un macro-esempio di struttura estremamente complessa, intelligibile anche attraverso le prospettive epistemologiche della teoria della complessità applicata all'ambito delle scienze umane, sociali e politiche, la storia ci offre numerosi e differenziati modelli, lontani o vicini nel tempo, in cui si sono creati sistemi complessi adattativi costituiti da numerose componenti. Tali modelli sono connessi tra loro da una rete di legami variabili e di azioni o retro-azioni disciplinate da specifiche regole, e sono caratterizzati da una dinamicità organizzata (fuori cioè sia da un equilibrio statico sia da uno stato caotico) e mirata a obiettivi precisi (nei casi citati soprattutto la conquista e la stabilità del potere, la concordia e lo sviluppo sociale, la prosperità economica ecc.), pur nella imprevedibilità dei comportamenti dei singoli elementi che possono determinare biforcazioni nocive e dissipazioni virtualmente in grado di mettere in crisi l'intero sistema.

In sostanza la teoria della complessità come *paradigma cognitivo trans-disciplinare* appare un meccanismo epistemologico fra i più adatti a descrivere, e soprattutto a comprendere il funzionamento – non prevedibile secondo schemi preordinati e regolari – dei sistemi non lineari (da quelli biologici, chimici, fisici, ecologici, medico-sanitari, informatici, psicologici, neurologici, a quelli economici, finanziari, sociali e politici), e può contribuire a meglio intendere il verificarsi e lo sviluppo di fenomenologie storiche strettamente connesse all'equilibrio/disequilibrio della pluralità di elementi che compongono entità statali plurinazionali e multiculturali (di cui Roma, e la sua prolungata vicenda di potere globale, rappresentano il modello



principe), oppure che sono alla base di aggregazioni complesse, eterogenee ed eteroclitiche, nate con l'obiettivo concorde di conquista e mantenimento del potere politico/economico-finanziario in un auspicato tempo storico di lunga durata.

Sergio Roda
Dipartimento di Studi Storici
Università degli Studi di Torino
sergio.roda@unito.it
on line dall'11.12.2021

Bibliografia

- ACEMOGLU, ROBINSON 2012
D. Acemoglu, J.A. Robinson, *Why Nations Fail: The Origins of Power, Prosperity and Poverty*, New York 2012 (trad. it. Milano 2013).
- ACEMOGLU, ROBINSON 2020
D. Acemoglu, J.A. Robinson, *The Narrow Corridor. State, Societies and the Fate of Liberty*, New York 2019, 2020 (trad. it. Milano 2020).
- ADDARIO 2009
N. Addario, *Sociologia dell'economia e dell'innovazione. Razionalità, istituzioni, cambiamento evolutivista*, Bologna 2009.
- ALMIRA 2009
J.M. Almira, *Norbert Wiener. Un matemático entre ingenieros*, Madrid 2009.
- ASARO 2008
P. Asaro, *From mechanisms of adaptation to intelligence amplifiers: the philosophy of W. Ross Ashby*, in HUSBANDS, HOLLAND, WHEELER 2008, 149-184.
- BALLERINI, CABIBBO, CANDELIER, CAVAGNA, CISBANI, GIARDINA, LECOMTE, ORLANDI, PARISI, PROCACCINI, VIALE, ZDRAKOVIC 2008
M. Ballerini, N. Cabibbo, R. Candelier, A. Cavagna, E. Cisbani, I. Giardina, V. Lecomte, A. Orlandi, G. Parisi, A. Procaccini, M. Viale, V. Zdravkovic, *Interaction Ruling Animal Collective Behaviour Depends on Topological rather than Metric Distance: Evidence from a Field Study*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America» 105, 4, January 29, 1232-1237 = http://www.lpma-paris.fr/pageperso/lecomte/pnas_105_1232.pdf.
- BARDI 2010
U. Bardi, *Le cassandre di Barcellona: Joseph Tainter e il collasso della società*, «Medio Evo Elettrico», 26 ottobre 2010 = <https://ugobardi.blogspot.com/2010/10/le-cassandre-di-barcellona-tainter-e-il.html>.
- BARDI 2020
U. Bardi, *Before the Collapse. A Guide to the Other Side of Growth*, New York 2020.
- BARDI, FALSINI, PERISSI 2019
U. Bardi, S. Falsini, I. Perissi, *Toward a general theory of societal collapse. A biophysical examination of Tainter's model of the diminishing returns of complexity*, «Biophysical Economics and Resource Quality» 4, 3, 2019 = <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1810/1810.07056.pdf>.



BARRETT 2016

W. Barrett, *Trump: The Greatest Show on Earth: The Deals, the Downfall, the Reinvention*, New York 2016.

BERTRAND 2017

E. Bertrand, *La Nouvelle Alliance d'I. Prigogine et I. Stengers (1979) : mise en récit apologétique de la thermodynamique ou dialogue singulier entre un physicien et une philosophe?*, «Revue d'histoire des sciences humaines» 30, 2017, 173-204.

BOCCHI, CERUTI 2007

G. Bocchi, M. Ceruti (a cura di), *La sfida della complessità*, Milano 2007.

BOWERSOCK 1991

G.W. Bowersock, *Recensione a J.A. Tainter, The Collapse of Complex Societies*. Cambridge University Press, Cambridge 1988, «Journal of Field Archaeology» 18, 1, 1991, 119-121.

BRUCCIANI 2019

G. Brucciani, *Organizzazioni e aziende nell'era 4.0. Il pensiero evoluzionistico per la gestione d'impresa*, «Percorsi di Analisi Transnazionale» 6, 1, 2019, 31-73.

CASSOU-NOGUES 2014

P. Cassou-Nogues, *Les rêves cybernétiques de Norbert Wiener*, Paris 2014.

CAVAGNA, CIMARELLI, GIARDINA, PARISI, SANTAGATI, STEFANINI, TAVARONE 2010

A. Cavagna, A. Cimarelli, I. Giardina, G. Parisi, R. Santagati, F. Stefanini, R. Tavarone, *From Empirical Data to Inter-Individual Interactions: Unveiling the Rules of Collective Animal Behavior*, «Mathematical Models and Methods in Applied Sciences» 20, n. supp. 01, 1491-1510 = <https://www.worldscientific.com/doi/epdf/10.1142/S0218202510004660>.

CERUTI 2018

M. Ceruti, *Il tempo della complessità*, Milano 2018.

CHASE, SCARBOROUGH 2014

A.F. Chase, V.L. Scarborough (eds.), *The Resilience and Vulnerability of Ancient Landscapes: Transforming Maya Archaeology Through IHOPE*, «Archaeological Papers of the American Anthropological Association» 24, 2014.

CITERA 2017

E. CITERA, *Keynes' and the Santa Fe Institute's Complexity: same concepts, different methods?*, «Annali della Fondazione Luigi Einaudi» 51, 2017, 207-222.

CONWAY, SIEGELMAN 2005

F. Conway, J. Siegelman, *Dark hero of the information age: in search of Norbert Wiener, the father of cybernetics*, New York 2005.

COSTANZA, SEGURA, MARTINEZ-ALIER 1996

R. Costanza, O. Segura, J. Martinez-Alier (eds.), *Getting Down 14 to Earth: Practical Applications of Ecological Economics*, Washington, DC., 1996.

COSTANZA, GRAUMLICH, STEFFEN 2007

R. Costanza, L.J. Graumlich, W. Steffen (eds.) (eds.), *Sustainability or Collapse? An Integrated History and Future of People on Earth*, Dahlem Workshop Report 96, The MIT Press, Cambridge 2007.

COWAN 1995

G.A. Cowan, *The emergence of the Santa Fe Institute: A complex, adaptive system: In 1984, a group of scientists embarked on a bold new approach to science*, January/February 1995 = <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/cplx.6130010305>.

COWAN, PINES, MELTZER 1994

G. Cowan, D. Pines, D. Meltzer (eds.), *Studies in the Sciences of Complexity*, Santa Fe Institute, Proc. Vol. XIX. Santa Fe N.M. 1994.



- DEMANDT 1984
A. Demandt, *Der Fall Roms: Die Auflösung des römischen Reiches im Urteil der Nachwelt*, München 1984 (2014).
- DESIDERI 2007
P. Desideri, *Introduzione a* FONTANELLA 2007, 3-22.
- DESIDERI, FONTANELLA 2013
P. Desideri, F. Fontanella (a cura di), *Elio Aristide e la legittimazione greca dell'impero di Roma*, Bologna 2013.
- DE TONI, COMELLO 2005
A.F. De Toni, L. Comello, *Prede e ragni. Uomini e organizzazioni nella rete della complessità*, Torino 2005.
- DE TONI, COMELLO 2007
A.F. De Toni, L. Comello, *Viaggio nella complessità*, Venezia 2007.
- DE TONI, COMELLO, IOAN 2011
A.F. De Toni, L. Comello, L. Ioan, *Auto-organizzazioni. Il mistero dell'emergenza dal basso nei sistemi fisici, biologici e sociali*, Venezia 2011.
- EIGEN 1992
M. Eigen, *Gradini verso la vita. L'evoluzione prebiotica alla luce della biologia molecolare*, trad. it. Milano 1992.
- EIGEN 1993
M. Eigen, *Laws of the game: how the principles of nature govern chance*, Princeton University Press, Princeton, N.J. 1993.
- EIGEN 2013
M. Eigen, *From strange simplicity to complex familiarity: a treatise on matter, information, life and thought*, Oxford University Press, Oxford 2013.
- EIGEN, SCHUSTER 1979
M. Eigen, P. Schuster, *The Hypercycle – A Principle of Natural Self-Organization*, Berlin 1979.
- EIGEN, WINKLER 1975
M. Eigen, R. Winkler, *Das Spiel. Naturgesetze steuern den Zufall*, München, Zürich 1975, trad. it. *Il gioco*, Milano 1986.
- FAUCHEUX 2008
M. Faucheux, *Norbert Wiener, le Golem et la cybernétique. Éléments de fantastique technologique*, Paris 2008.
- FERGUSON 2017
N. Ferguson, *The Square and the Tower: Networks, Hierarchies and the Struggle for Global Power*, London 2017 (trad. it. *La torre e la piazza. Le reti, le gerarchie e la lotta per il potere*, Milano 2018).
- FRIZELLE 1998
G. Frizelle, *The Management of Complexity in Manufacturing. A Strategic Route Map to Competitive Advantage Through the Control and Measurement of Complexity*, Business Intelligence, 1998.
- FRIZELLE, SUHOV 2008
G. Frizelle, Y. Suhov, *The Measurement of Complexity in Production and Other Commercial Systems*, «Proceedings: Mathematical, Physical and Engineering Sciences» 464, 2008, 2649-2668.
- FRIZELLE, MCCARTHY, RAKOTOBÉ-JOEL 2000
G. Frizelle, I.P. McCarthy, T. Rakotobé-Joel, *Complex systems theory: implications and promises for manufacturing organizations*, «Int. J. Manufacturing Technology and Management» 2, 1-7, 2000, 559-579.



FONTANELLA 2007

F. Fontanella (a cura di), *Elio Aristide, A Roma*, introd. di P. Desideri, Edizioni della Normale, Pisa 2007.

FORESTIERO, 1999

S. Forestiero, *Identification clues to biological complexity*, Proceedings Arcidosso workshop 30.VIII.1999 = https://www.researchgate.net/publication/284142473_Identification_clues_to_biological_complexity.

GANDOLFI 1999

A. Gandolfi, *Formicai, imperi, cervelli. Introduzione alla scienza della complessità*, Torino 1999 (2008).

GELL-MANN 1994a

M. Gell-Mann, *The Quark and the Jaguar. Adventures in the Simple and the Complex*, New York 1994, trad. it. *Il quark e il giaguaro. Avventura nel semplice e nel complesso*, Torino 1996.

GELL-MANN 1994b

M. Gell-Mann, *Complex adaptive systems*, in COWAN, PINES, MELTZER 1994, 17–45 = <https://authors.library.caltech.edu/60491/1/MGM%20113.pdf>.

GUILAINE, SETTIS 1994

J. Guilaine, S. Settis (a cura di), *Storia d'Europa, II, Preistoria e Antichità*, Torino 1994.

HORDEN, PURCELL 2000

P. Horden, N. Purcell, *The Corrupting Sea. A study of Mediterranean History*, Oxford, Malden Mass. 2000.

HUSBANDS, HOLLAND, WHEELER 2008

Ph. Husbands, O. Holland, M. Wheeler (eds.), *The mechanical mind in history*, Cambridge Mss. 2008.

JOHNSON 1999

G. Johnson, *Strange Beauty: Murray Gell-Mann and the Revolution in Twentieth-century Physics*, New York 1999.

KAUFFMAN 1993

S. Kauffman, *The Origins of Order: Self Organization and Selection in Evolution*, Oxford 1993.

KAUFFMAN 1995

S. Kauffman, *At Home in the Universe: The Search for Laws of Self-Organization and Complexity*, Oxford 1995.

KAUFFMAN 2019

S. Kauffman, *A World Beyond Physics*, Oxford 2019.

KEIZER, FORREST FOX 1974

J. Keizer, R. Forrest Fox, *Qualms Regarding the Range of Validity of the Glansdorff-Prigogine Criterion for Stability of Non-Equilibrium States*, «Proceedings of the National Academy of Sciences of USA» 71, 1974, 192-196 (= <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC387963/pdf/pnas00054-0198.pdf>).

KRAUKAUER 2019

D.C. Kraukauer (ed.), *Worlds Hidden in Plain Sight: The Evolving Idea of Complexity at the Santa Fe Institute, 1984–2019*, Santa Fe Institute, Santa Fe N.M. 2019.



LICANDRO 2020

O. Licandro, *Roma e il suo impero preglobale. Una lezione per la postmodernità*, testo modificato e approfondito della relazione dal titolo *Sovranità, cittadinanza, persona e territorio in un impero preglobale. L'esperienza augustea*, tenuta al Convegno "Le sovranità nell'era della post globalizzazione", Foggia, 1 marzo 2019, «Revista Juridica da FA7 (FA/ Law Review)» 17, 1, 2020, 165-191 = <https://periodicos.uni7.edu.br/index.php/revistajuridica/article/view/1237/800>.

LI VIGNI 2015

F. Li Vigni, *Il pensiero complesso tra epistemologia e impegno civile. introduzione al metodo di Edgar Morin*, «Physis. Rivista internazionale di storia della scienza» n.s., 50, 1-2, 2015, 389-400.

LI VIGNI 2020

F. Li Vigni, *The failed institutionalization of "complexity science": A focus on the Santa Fe Institute's legitimization strategy*, «History of Science» on line, July 29, 2020 = <https://doi.org/10.1177/0073275320938295>.

LI VIGNI, FOYER, BONNEUIL 2013

F. Li Vigni, J. Foyer, Ch. Bonneuil, *Entretien avec Edgar Morin*, «Revista Complejidad» 20, 2013, 54-63.

LO CASCIO 2013

E. Lo Cascio, *Roma come «Mercato comune del genere umano»*, in DESIDERI, FONTANELLA 2013, 185-201.

LO CASCIO 2015

E. Lo Cascio, *Il Mediterraneo romano fra connettività e frammentazione*, «Studi Storici» 56, 2, 2015, 277-285.

MARCHETTI 2004

C. Marchetti, *Logos. Il Creatore di Imperi*, International Institute for Applied Systems Analysis, Interim Report, September 2004 = <https://core.ac.uk/download/pdf/52949235.pdf>.

MILLER, PAGE 2007

J.H. Miller, S.E. Page, *Complex Adaptive Systems: An Introduction to Computational Models of Social Life*, Princeton Studies in Complexity, Princeton University Press, Princeton 2007.

MONTAGNINI 2017

L. Montagnini, *Harmonies of Disorder. Norbert Wiener, A Mathematician-Philosopher of our time*, New York, Berlin 2017

MORIN 1977-2004

E. Morin, *La Méthode*, 6 vols., Paris 1977-2004 (trad. it. *Il metodo*, Milano 1983-2005).

MORIN 1990

E. Morin, *Introduction à la pensée complexe*, Paris 1990, (rééd. Paris 2005; trad.it. *Introduzione al pensiero complesso*, Milano 1993).

MORIN 1994

E. Morin, (sous la dir. de), *La complexité humaine*, Paris, 1994.

MORIN 2011

E. Morin, *La sfida della complessità-Le défi de la complexité. Ediz. Bilingue*, Firenze 2011 (2017).

MORIN 2018a

E. Morin, *Le Cinéma, un'art de la complexité. Articles et inédits – 1952-1962. Textes collectés, édités et présentés par M. Peyrière, C. Simonigh*, Paris 2018.

MORIN 2018b

E. Morin, *Prefazione*, a M. Ceruti, *Il tempo della complessità*, Milano 2018, VII-X.



MORIN, BOCCHI, CERUTI 1991

E. Morin, G. Bocchi, M. Ceruti, *Un nouveau commencement*, Paris 1991 (trad. it. *L'Europa nell'era planetaria. Per un nuovo futuro: il destino dell'Europa all'inizio del secondo millennio*, Milano 1991).

MORIN, LE MOIGNE 1997

E. Morin, J.-L. Le Moigne, *Comprendre la complexité dans les organisations de soins*, Paris 1997.

MORIN, LE MOIGNE 1999

E. Morin, J.-L. Le Moigne, *L'Intelligence de la complexité. Épistémologie et pratique*, Paris 1999 (rééd. Paris 2006).

MORIN, MOTTA, CIURANA 2003

E. Morin, R.D. Motta, É.-R. Ciurana, *Éduquer pour l'ère planétaire, la pensée complexe comme méthode d'apprentissage dans l'erreur et l'incertitude humaine*, Paris 2003 (trad. it. *Educare per l'era planetaria, il pensiero complesso come metodo di apprendimento*, a cura di B. Spadolini, Roma 2005 (2018).

PAURA 2014

R. Paura, *I limiti della complessità*, «FUTURI» Italian Institute for the Future, 11 maggio 2014 = <http://www.futurimagazine.it/scenari/limiti-della-complessita/>.

PIPPENGER 1978

N. Pippenger, *Complexity Theory*, «Scientific American» 238, 6, June 1978, 114-125.

PRIGOGINE 1972

I. Prigogine, *La naissance du temps*, «Bulletins de l'Académie royale de Belgique» 58, 1972, 1189-1215 (= https://www.persee.fr/doc/barb_0001-4141_1972_num_58_1_60600), trad. it., *La nascita del tempo*, Roma, Napoli 1988.

PRIGOGINE 1977

I. Prigogine, *Time, Structure And Fluctuations*, Nobel Lecture, 8 December, 1977 = <https://www.nobelprize.org/uploads/2018/06/prigogine-lecture.pdf>. Cfr. pure <https://www.torinoscienza.it/personaggi/ilya-prigogine>.

PRIGOGINE 1980 a

I. Prigogine, *From Being to Becoming: Time and Complexity in the Physical Sciences*, New York 1980, trad. it. *Dall'essere al divenire. Tempo e complessità nelle scienze fisiche*, Torino 1986.

PRIGOGINE 1980b

I. Prigogine, *The origins of complexity, Lecture given at Darwin College*, Cambridge 1986, trad. it. *L'esplorazione della complessità*, in BOCCHI, CERUTI 2007, 155-169.

PRIGOGINE 1996

I. Prigogine, *La fin des certitudes*, Paris 1996, trad. it. *La fine delle certezze. Il tempo, il caos e le leggi della natura*, Torino 1997.

PRIGOGINE, GLANSDORFF 1971

I. Prigogine, P. Glansdorff, *Thermodynamic theory of structure, stability and fluctuations*, London 1971.

PRIGOGINE, KONDEPUDI 1999

I. Prigogine, D. Kondepudi, *Thermodynamique. Des moteurs thermiques aux structures dissipatives*, Paris 1999, trad. it. *Termodinamica. Dalle macchine termiche alle strutture dissipative*, Torino 2002.

PRIGOGINE, NICOLIS 1977

I. Prigogine, G. Nicolis, *Self-Organization in Nonequilibrium Systems*, New York 1977, trad. it. *Le strutture dissipative. Autoorganizzazione dei sistemi termodinamici di non equilibrio*, Firenze 1982.



PRIGOGINE, NICOLIS 1989

I. Prigogine, G. Nicolis, *Exploring complexity: an introduction*, New York 1989, trad. it. *La complessità. Esplorazione nei nuovi campi della scienza*, Torino 1991.

PRIGOGINE, STENGERS 1977

I. Prigogine, I. Stengers, *La Nouvelle Alliance. Première partie – De la dynamique à la thermodynamique : la progressive ouverture de la physique au monde des processus naturels ; Deuxième partie – L'élargissement de la dynamique : vers une science humaine de la nature*, «Scientia. International Review of Scientific Synthesis» 112, 1977, 287-304, 617-630.

PRIGOGINE, STENGERS 1979

I. Prigogine, I. Stengers, *La Nouvelle alliance. Métamorphose de la Science*, Paris 1979, trad. it., *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*, 2 ed., Torino 1999.

PRIGOGINE, STENGERS 1984

I. Prigogine, I. Stengers, *Order out of chaos: Man's new dialogue with nature*, New York 1984.

PRIGOGINE, STENGERS 1989

I. Prigogine, I. Stengers, *Entre le temps et l'éternité*, Paris 1988, trad. it. *Tra il tempo e l'eternità*, Torino 1989.

PRIGOGINE, STENGERS et alii 1979

I. Prigogine, I. Stengers, et al., *La nuova alleanza. Uomo e natura in una scienza unificata*, Milano 1979.

RODA 2002

S. Roda, *Classi medie e società altoimperiale romana: appunti per una riflessione storiografica*, in *Ceti medi in Cisalpina. L'epigrafia dei ceti intermedi nell'Italia settentrionale di età romana*, Atti del Colloquio Internazionale, Milano 14-16 settembre 2000, Milano 2002, 27-36.

ROSS ASHBY 1958

W. Ross Ashby, *Requisite variety and its implications for the control of Complex systems*, «Cybernetica» 1, 2, 1958, 83-99.

ROSS ASHBY 1952/1960

W. Ross Ashby, *Design for a Brain - The origin of adaptive behaviour*, London 1952/1960, trad. it. *Progetto per un cervello*, Milano 1970.

ROSS ASHBY 1971

W. Ross Ashby, *An Introduction to Cybernetics*, London 1956. trad. it. *Introduzione alla cibernetica*, Torino 1971.

SCHEIDEL 2015

W. Scheidel, *Orbis: the Stanford geospatial network model of the Roman world*, May 22, 2015, Princeton/Stanford Working Papers in Classics Paper, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2609654> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2609654>.

SHARP 2019

K. Sharp, *Entropy and the Tao of Counting: A Brief Introduction to Statistical Mechanics and the Second Law of Thermodynamics*, Springer Nature Switzerland AG, Cham 2019.

STENGERS 1987

I. Stengers, *D'une science à l'autre. Des concepts nomades*, Paris 1987.

STENGERS 1993

I. Stengers (éd.), *Importance de l'hypnose*, Paris 1993.

STENGERS 1994

I. Stengers (éd.), *L'effet Whitehead*, Paris, 1994.

STENGERS 2000

I. Stengers *The Invention of Modern Science*, University of Minnesota Press, Minneapolis 2000.



STENGERS 2002

I. Stengers *Penser avec Whitehead. Une libre et sauvage création de concepts*, Paris 2002.

STENGERS 2006

I. Stengers *La Vierge et le neutrino. Quel avenir pour les sciences?*, Paris 2006.

STENGERS 2010

I. Stengers *Cosmopolitics, I*, University of Minnesota Press, Minneapolis 2010.

STENGERS 2011

I. Stengers *Cosmopolitics, II*, University of Minnesota Press, Minneapolis 2011.

STENGERS 2013

I. Stengers *Une autre science est possible ! Manifeste pour un ralentissement des sciences*, Paris 2013.

STENGERS, BENSAUDE-VINCENT 2003

I. Stengers, B. Bensaude-Vincent, *100 mots pour commencer à penser les sciences*, Paris 2003.

STENGERS, CHERTOK 1989

I. Stengers, L. Chertok, *Le cœur et la raison. L'hypnose en question de Lavoisier à Jacques Lacan*, Paris 1989.

STENGERS, NATHAN 1995

I. Stengers, T. Nathan, *Médecins et sorciers*, Paris 1995.

STENGERS, NATHAN, HOUNKPATIN 1997

I. Stengers, T. Nathan, L. Hounkpatin, *La damnation de Freud*, Paris 1997.

STENGERS, PIGNARRE 2005

I. Stengers, Ph. Pignarre, *La Sorcellerie capitaliste*, Paris 2005.

STENGERS, SCHLANGER 1989

I. Stengers, J. Schlanger, *Les concepts scientifiques : invention et pouvoir*, Paris 1989.

STENGERS, SCHLANGER 1990

I. Stengers, J. Schlanger, *L'hypnose, blessure narcissique*, Paris 1990.

STENGERS, SONIGO 2003

I. Stengers, P. Sonigo, *L'évolution*, Paris 2003.

TAINTER 1988

J.A. Tainter, *The Collapse of Complex Societies*. Cambridge University Press, Cambridge 1988 (2003, 2011).

TAINTER 1994

J.A. Tainter, *La Fine dell'Amministrazione Centrale: Il Collasso dell'Impero Romano in Occidente*, in GUILAINE, SETTIS 1994, 1207-1255.

TAINTER 1995

J.A. Tainter, *Sustainability of Complex Societies*, «Futures» 27, 1995, 397-407.

TAINTER 1996

J.A. Tainter, *Complexity, Problem Solving, and Sustainable Societies*, in COSTANZA, SEGURA MARTINEZ-ALIER 1996, 61-76 (trad. it. di A. Carpanelli in <http://www.aspoitalia.it/documenti/carpanelli/html/complless.htm>).

TAINTER 2000

J.A. Tainter, *Problem Solving: Complexity, History, Sustainability*, «Population & Environment» 22, 2000, 3-41.

TAINTER 2001

J.A. Tainter, *Complexity, Collapse, and Sustainable Problem Solving*, in TOLBA 2001, 1803-1826.



TAINTER 2006

J.A. Tainter, *Social complexity and sustainability*, Global Institute of Sustainability and School of Human Evolution and Social Change, Arizona State University, «Ecological complexity» 3, 2, 2006, 91-103 = https://wtf.tw/ref/tainter_2006.pdf.

TAINTER 2008

J.A. Tainter, *Collapse, Sustainability, and the Environment: How Authors Choose to Fail or Succeed*, «Reviews in Anthropology» 37, 2008, 342-371.

TAINTER 2014

J.A. Tainter, *Collapse and Sustainability: Rome, the Maya, and the Modern World*, in CHASE, SCARBOROUGH 2014, 201-214.

TAINTER, CRUMLEY 2007

J.A. Tainter, C.L. Crumley, *Climate, Complexity, and Problem Solving in the Roman Empire*, in COSTANZA, GRAUMLICH, STEFFEN 2007, 61- 75.

TAINTER, TAYLOR 2014

J.A. Tainter, T.G. Taylor, *Complexity, Problem-Solving, Sustainability and Resilience*, «Building Research & Information» 42, 2014, 168-181.

TAINTER, TAYLOR 2016

J.A. Tainter, T.G. Taylor, *The Nexus of Population, Energy, Innovation, and Complexity*, «American Journal of Economics and Sociology» 75, 2016, 1005-1043.

TOLBA 2001

M.K. Tolba (ed.), *Our Fragile World: Challenges and Opportunities for Sustainable Development*, Oxford 2001.

VALOTTA 2019

B. Valotta, *Norbert Wiener. Matematico e filosofo tra conoscenza ed etica*, «Complessità. Rivista del Centro Studi Internazionale di Filosofia della Complessità 'Edgar Morin'», 1-2, 2019, 225-252.

WIENER 1950

N. Wiener, *The human use of human beings. Cybernetics and society*, Boston 1950, trad. it., *Introduzione alla cibernetica. L'uso umano degli esseri umani*, Torino 1966.

WIENER 1956

N. Wiener, *I am a mathematician. The later life of a prodigy*, Garden City, N. Y. 1956.

WIENER 1985

N. Wiener, *Cybernetics. Or control and communication in the animal and the machine*, Cambridge, Mss. 1985 (1948).



Abstract

La teoria della complessità che studia la natura e le dinamiche dei sistemi complessi nonché i fenomeni ad essi associati negli ultimi decenni è stata applicata in prima istanza alla fisica e alle scienze dure in generale per poi trovare impiego in altri, molteplici ambiti scientifici, dalla ecologia alle scienze sociali, dall'economia alla psicologia, dalla filosofia alle scienze umane in generale, secondo una logica di superamento del conflitto fra culture nel segno di quella che Ilya Prigogine definì "la nuova alleanza" fra scienze fisiche, biologiche ed umane. Una prospettiva epistemologica che proprio in quanto tale appare ormai svolgere un ruolo cruciale nelle dinamiche del pensiero contemporaneo e proporsi come chiave interpretativa e come supporto analitico di una pluralità di fenomeni in altrettanti molteplici ambiti scientifici. Le compagini imperiali multi-etniche e multiculturali rientrano a pieno titolo fra gli infiniti sistemi complessi che la realtà propone: si tratta quindi di capire se in sede di indagine storica sia possibile e funzionale l'impiego degli strumenti interpretativi offerti dalla teoria della complessità per comprenderne meglio i meccanismi di funzionamento, le virtù e le fragilità strutturali, e in special modo le motivazioni del cedimento e crollo di tali strutture politiche. In tale prospettiva l'impero di Roma costituisce un macro-esempio di struttura estremamente complessa, intelligibile anche attraverso le prospettive epistemologiche della teoria della complessità applicata all'ambito delle scienze umane, sociali e politiche. A tale teoria del resto fanno riferimento in modo sempre più diffuso e significativo politologi, sociologi ed economisti che affiancano gli storici nel lavoro di analisi e decrittazione dei meccanismi profondi, che – di là dalle singole specificità – regolano e spiegano le crisi e le trasformazioni da cui periodicamente e costantemente sono investiti popoli e stati.

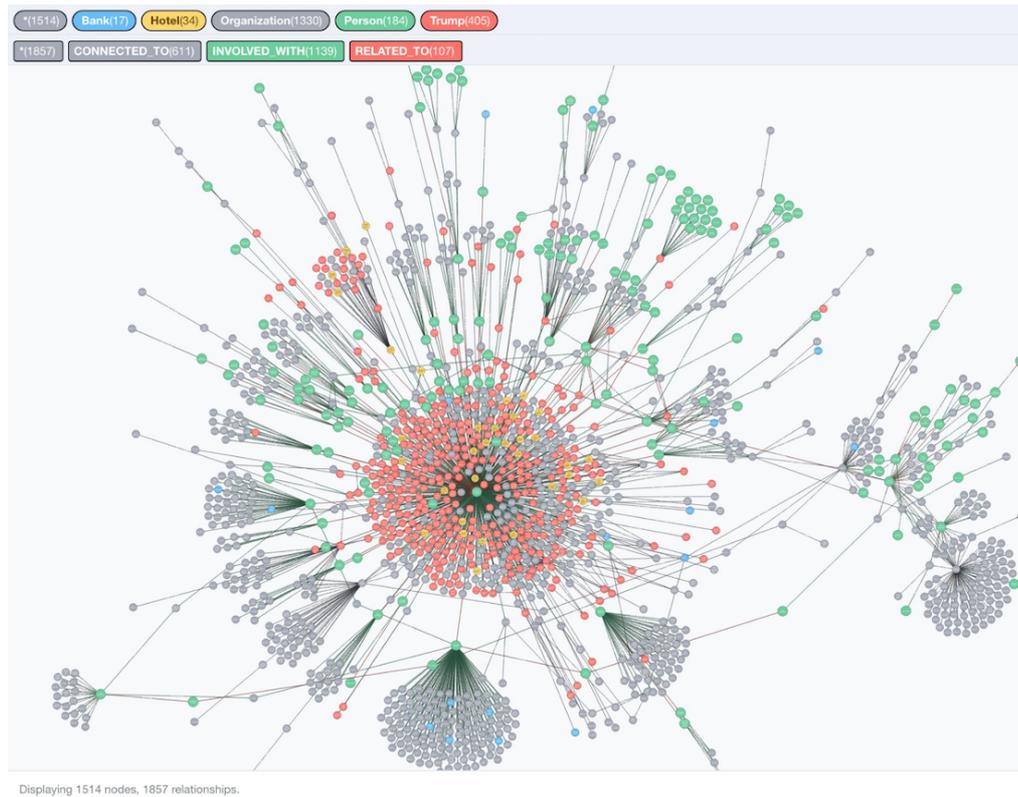
Parole chiave: Teoria della Complessità, Sistemi Complessi, Imperi Multi-etnici, Impero Romano, Reti e Connettività

The theory of complexity that studies the nature and dynamics of complex systems and the phenomena associated with them, in recent decades, has been applied in the first instance to physics and hard sciences in general, and then found employment in others, many scientific fields, from ecology to social sciences, from economics to psychology, from philosophy to the human sciences, according to a logic of overcoming the conflict between cultures in the sign of what Ilya Prigogine called "the new alliance" between physical, biological and human sciences. An epistemological perspective that as such now seems to play a crucial role in the dynamics of contemporary thought and propose itself as an interpretative key and as an analytical support of a plurality of phenomena in many different scientific fields. The multiethnic and multicultural imperial companies are fully part of the infinite complex systems that reality proposes: it is therefore necessary to understand whether, in the context of historical investigation, it is possible and functional to use the interpretative tools offered by complexity theory in order to better understand its mechanisms of operation, its virtues and its structural fragility, and especially the reasons for the collapse of these political structures. In this perspective, the Empire of Rome is a macro-example of an extremely complex structure, intelligible also through the epistemological perspectives of the theory of complexity applied to the human, social and political sciences. This theory, moreover, is increasingly referred to by political scientists, sociologists and economists who support historians in the work of analysis and decryption of deep mechanisms, that - beyond the



individual specificities - regulate and explain the crises and transformations from which people and states are periodically and constantly invested.

Keywords: Theory of Complexity, Complex Systems, Multi-Ethnic Empires, Roman Empire, Networks and Connectivity



Tav. 1 Il network di Donald Trump