

ISSN 2282-7765

ISSN 2282-7757

[online]

[printed]

Volume 9, Number 2, June 2021

Science & Philosophy

Journal of Epistemology, Science and Philosophy

Honorary Editor

Franco Eugeni

Chief Editor

Fabrizio Maturo

Managing Editor

Fabio Manuppella

Advisory Editors

Franco Blezza

Nicolae Rambu

Ezio Sciarra

Accademia
Piceno-Aprutina
dei Velati in Teramo

SCIENCE & PHILOSOPHY - JOURNAL OF EPISTEMOLOGY, SCIENCE AND PHILOSOPHY

ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765.

Science & Philosophy is an International, peer-reviewed, open access journal, published every six months (June-December). Science & Philosophy aims to publish original research articles but also short communication and review papers of general significance that are written clearly and well organized.

The journal is a source of information for professionals in a wide range of scientific discipline. Indeed, Science & Philosophy is a multi-disciplinary journal that covers fundamental and applied research in various areas related to Science, Epistemology and Philosophy, including Mathematics, Statistics, and Social Science.

Both English and Italian languages are accepted for publications. In the case of an article in Italian, it is necessary to provide the title, the abstract, and the keywords also in English.

The journal is oriented on the scientific analysis of social phenomena, both by developing research with quantitative and qualitative methods and by interpreting with philosophical criticism. Science & Philosophy has its focus in the study of social phenomena both macro and micro, using the interdisciplinary approach of the social sciences, from economics to law, from politics to sociology, from history to social statistics. The journal focuses on the analysis of both phenomena and trends, for designing local developments and systems ecology. Scientific analysis is supported by an ethic of sociability.

Science & Philosophy publishes **open access articles** under the terms of the **Creative Commons Attribution (CC BY) License**. The Creative Commons Attribution License (CC-BY) allows users to copy, distribute and transmit an article, adapt the article and make commercial use of the article. The CC BY license

permits commercial and non-commercial re-use of an open access article, as long as the author is properly attributed.

Webmaster

Manuppella, Fabio, Pescara, Italy. fabio.manuppella@gmail.com

Legal Manager

Di Domenico, Bruna, Pescara, Italy

Note on Peer-Review

All manuscripts are subjected to a double-blind review process. The reviewers are selected from the editorial board, but they also can be external subjects. The journal's policies are described at: <http://eiris.it/ojs/index.php/scienceandphilosophy/about/submissions#authorGuidelines>

Copyright on any research article published in Science & Philosophy is retained by the author(s). Authors grant Science & Philosophy a license to publish the article and identify itself as the original publisher. Authors also grant any third party the right to use the article freely as long as its original authors, citation details and publisher are identified.



Publisher: APAV - Accademia Piceno-Aprutina dei Velati in Teramo

Tax Code 92036140678, **Vat Id. Number** 02184450688

Registered Office Address: via del Concilio, 24 - 65121 Pescara

Operational Office: via Chiarini, 191 - 65126 Pescara

Honorary Editor

Eugeni Franco, Department of Communication Sciences - University of Teramo, Teramo, Italy - eugenif3@gmail.com;

Chief Editor

Maturo Fabrizio - Department of Mathematics and Physics, University of Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italy - fabrizio.maturo@unicampania.it;

Associate Editors

Bleza Franco - Department of Business Administration, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - franco.bleza@unich.it;

Râmbu Nicolae - Faculty of Philosophy and Social - Political Sciences, "Alexandru Ioan Cuza University", Iasi, Romania - nikolausrambu@yahoo.de;

Sciarra Ezio - Department of Social Sciences, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - esciarra@unich.it;

Editorial Board

Anatriello Giuseppina - Dipartimento di Architettura, University of Naples Federico II, Naples - giuseppina.anatriello@unina.it;

Arribas Jose Maria - Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, Spain - jarribas@poli.uned.es;

Callejo Gallego Manuel Javier - Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, Spain - mcallego@poli.uned.es;

Casolaro Ferdinando - Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy - ferdinando.casolaro@unina.it;

Chitoiu Dan - Al.I.Cuza University of Iasi, Philosophy Department, Iasi, Romania - dan811@yahoo.com;

Cimagalli Folco - Department of Jurisprudence, Economics, Politics and Modern Languages, LUMSA University - folco.cimagalli@gmail.com;

Ciprian Alecu - Gheorghe Zane Institute for Economic and Social Research, Iasi, Romania - aiciprian@yahoo.com;

Corsi Vincenzo - Department of Business Administration, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - vincenzo.corsi@unich.it;

Corsini Piergiulio - Department of Civil Engineering and Architecture, University of Udine - piergiulio.corsini@uniud.it;

Cruz Rambaud Salvador - Department of Economics and Business, Universidad de Almería, Almería, Spain - scruc@ual.es;

Deriu Fiorenza - Department of Statistical Sciences, Sapienza University of Rome, Rome, Italy - fiorenza.deri@uniroma1.it;

Di Francesco Gabriele - Department of Business Administration, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - gabriele.difrancesco@unich.it;

Fantinelli Stefania - Dipartimento di Scienze Psicologiche Della Salute e Del Territorio, Università degli Studi G. d'Annunzio Chieti-Pescara, sfantinelli@yahoo.it

Figueiredo Elisabete - Department of Social, Political and Territorial Sciences, University of Aveiro, Vila Real, Portugal - elisa@ua.pt;

Gardaphe Frederick - Queens College, City University of New York, U.S. - fred.gardaphe@qc.cuny.edu;

Gatto Romeno - Department of Mathematics, Computer Science and Economics, University of Basilicata, Potenza, Italy - romano.gatto@unibas.it;

Gavrila Mihaela - Department of Communication and Social Research - Sapienza University of Rome, Italy - mihaela.gavrila@uniroma1.it;

Gerla Giangiacomo - Department of Mathematics / DIPMAT, Salerno University, Salerno, Italy - gerla@unisa.it;

Hošková - Mayerová Šárka - Department of Mathematics and Physics, University of Defence, Brno, Czech Republic - sarka.mayerova@seznam.cz;

Iacono Mauro - Department of Mathematics and Physics, University of Campania Luigi Vanvitelli, Caserta, Italy - mauro.iacono@unicampania.it;

Innamorati Stefano - Department of Industrial and Information Engineering and Economics, L'Aquila University, L'Aquila, Italy - stefano.innamorati@univaq.it;

Ispas Cristina - Universitatea "Eftimie Murgu" Reșița, Romania - c.ispas@uem.ro;

Madureira Livia - Universidade de Trás - os - Montes e Alto Douro (UTAD), Portugal - lmadurei@utad.pt;

Malizia Pierfranco - Department of Economics, Politics and Modern Languages of L.U.M.S.A., Rome, Italy - pfmalizia@yahoo.it;

Marconi Domenico - Faculty of Biosciences and Agro - Food and Environmental Technologies, Teramo University, Italy - dmarconi@unite.it;

Markovic Ljiljana - Faculty of Philology, Department of Oriental Studies, University of Belgrade, Belgrade, Serbia - liliana.markovic@gmail.com;

Marradi Alberto - University of Florence, Florence, Italy - alkmar@libero.it;

Mascella Raffaele, Faculty of Communication Sciences, University of Teramo, Italy

Migliorato Renato - Department of Mathematics, University of Messina, Messina, Italy - renato.migliorato@gmail.com;

Montesperelli Paolo - Department of Communication and Social Research, Sapienza University of Rome, Rome, Italy - paolo.montesperelli@uniroma1.it;

Nicotra Luca - Cultural Association of Art and Science, Rome, Italy - luca.nicotra1949@gmail.com

Palladino Nicla - University of Perugia, Perugia, Italy - nicla.palladino@unipg.it;

Paone Fiorella - Department of Business Administration, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - fiorella.paone@gmail.com;

Petrovic Mina - Department of Sociology, Faculty of Philosophy, University of Belgrade, Serbia - mipetrov@ssb.rs;

Porreca Annamaria, Department of Economics, University G. d'Annunzio of Chieti-Pescara, Pescara, Italy - annamaria.porreca@unich.it;

Rosati Norton Delfico Mauro - Rosati Law Firm & Partners - International LEGAL Advisors - info.btsconsultant@gmail.com;

Rotondo Paolo - Mathesis, Italyn Society of Mathematical and Physical Sciences, Italy - paolo_rotondo@libero.it;

Ruggiero Christian - Sapienza University, Rome, Italy - christian.ruggiero@uniroma1.it;

Savarese Elisa - I.T.I. Renato Elia, Castellammare di Stabia, Italy - elisa - elsava2@gmail;

Secondini Simonetta - University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - simonetta.secondini@tin.it;

Sessa Salvatore - Department of Architecture, University of Naples Federico II, Naples, Italy - ssessa@unina.it;

Sideri Daniela - Faculty of Psychology, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - sideridaniela@gmail.com;

Squillante Massimo - Department of Law, Economics, Management and Quantitative Methods (D.E.M.M.), University of Sannio - prorettore@unisannio.it;

Soitu Daniela - Tatiana - Al.I.Cuza University of Iasi, Philosophy Department, Iasi, Romania - danielag@uaic.ro;

Tofan Ioan Alexandru - Department of Philosophy, Alexandru I. Cuza University, Iasi, Romania - atofanro@yahoo.com;

Ventre Aldo Giuseppe Saverio - Department of Architecture and Industrial Design, University of Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italy - aldoventre@yahoo.it;

Ventre Viviana - Department of Mathematics and Physics, University of Campania "Luigi Vanvitelli", Caserta, Italy - viviana.ventre@unicampania.it;

Veraldi Roberto - Department of Business Administration, University G. d'Annunzio of Chieti - Pescara, Italy - roberto.veraldi@unich.it;

Viglioglia Maria Teresa - Independent Researcher, Melfi, Italy - viglioglia.teresa@tiscali.it;

Vincenzi Giovanni - Department of Mathematics / DIPMAT, University of Salerno, Salerno, Italy - vincenzi@unisa.it;

Vougiuklis Thomas - Department of Primary Level Education, Democritus University of Thrace, Alexandroupolis, Greece - tvougiou@eled.duth.gr;

Vranes Aleksandra - Faculty of Philology, University of Belgrade, Belgrade, Serbia - aleksandra.vranes@gmail.com;

Yalap Hakan - Nevşehir Hacı Bektaş Veli University, Faculty Of Education, Nevşehir, Turkey - hakanyalap@hotmail.com;

Participation in the editorial board is renewed annually on the basis of the actual contribution, participation in the journal, and direction strategies defined by the chief editors. No communication is expected for the annual changes to the content of the board.

On the relation of free bodies, inertial sets and arbitrariness

Hernán Gustavo Solari* and Mario Alberto Natiello[†]

Abstract

We present a fully relational definition of inertial systems based in the No Arbitrariness Principle, that eliminates the need for absolute inertial frames of reference or distinguished reference systems as the “fixed stars” in order to formulate Newtonian mechanics. The historical roots of this approach to mechanics are discussed as well. The work is based in part in the constructivist perspective of space advanced by Piaget. We argue that inertial systems admit approximations and that what is of practical use are precisely such approximations. We finally discuss a slightly larger class of systems that we call “relatively inertial” which are the fundamental systems in a relational view of mechanics.

Keywords: Relationism; Constructivism; Newtonian Mechanics; inertial frames¹

*Departamento de Física, FCEN-UBA and IFIBA-CONICET; Pabellón I, Ciudad Universitaria (1428) - C.A.B.A - Argentina. email: solari@df.uba.ar Orcid: 0000-0003-4287-1878

[†]Centre for Mathematical Sciences, Lund University. Box 118, S 221 00 LUND, Sweden. email: mario.natiello@math.lth.se (corresponding author) Orcid: 0000-0002-9481-7454

¹Received:2021-10-03; Accepted:2021-12-25; Published:2021-12-31; doi:10.23756/sp.v9i2.669. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©The Authors. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1 Introduction

In the wording of Newton, “absolute time”, “absolute space” and “absolute motion” [Newton, 1687, Escholium to Definition VIII] are the ingredients of concern in the formulation of the laws of mechanics. These ideas led to a core concept of Newtonian mechanics, namely that of *inertial frame*, i.e., the frame(s) on which free bodies move with constant velocity (or where changes in the velocity of a body correspond to forces/interactions). However, Newton’s concept of absolute space rests on multiple grounds, some of them fundamental for his theory of mechanics, others more adapted to his philosophical taste while not mandatory for the laws of motion.

Newton’s philosophical position was challenged by Leibniz who questioned the “absolute” character of space on philosophical and theological grounds, proposing that space is not absolute and prior to the objects we observe, but it is indeed given by the relations among objects, a standpoint that came to be called *relationism*. Other relationist positions were later held by C. Neumann, Streintz, Mach, Thomson and Langer [DiSalle, 1990], although arriving to different conclusions. Neumann and Streintz assumed the existence of a privileged frame (the ‘Alpha Body’ in Neumann and ‘any free body’ in Streintz, [DiSalle, 1990]) while Mach questioned absolute space as a metaphysical construct. Thomson and Langer, on the other hand, attempted to construct inertial frames based on the motion of free bodies.

The notion of absolute space in Newton presents several aspects (for a recent discussion based in the work by H. Stein, see [DiSalle, 2020]) but not all of them are *operational*, i.e., have consequences in the formulation and explanatory power of the theory. For Newton:

Definition 1.1. Absolute space

Absolute space, in its own nature, without regard to anything external, remains always similar and immovable. Relative space is some movable dimension or measure of the absolute spaces; which our senses determine by its position to bodies; and which is vulgarly taken for immovable space;[...]

and later, further discussing about the properties of space he writes:

Definition 1.2. True motion

The causes by which true and relative motions are distinguished, one from the other, are the forces impressed upon bodies to generate motion. True motion is neither generated nor altered, but by some force

On the relation of free bodies, inertial sets and arbitrariness

impressed upon the body moved; but relative motion may be generated or altered without any force impressed upon the body. [Newton, 1687]

It is true motion what is operational in Mechanics and furthermore, there is no deductive reasoning that brings us from absolute space into true motion and much less, there is a form to logically infer the first notion from the acceptance of the second. In Newton's belief absolute space is where absolute (or true) motion takes place ("Absolute motion is the translation of a body from one absolute place into another;[...] [Newton, 1687]).

The relationist position sustains that there are only spatial relations between bodies, and consequently, space is not more than a construction that allows to present such relations, easily connecting with our intuitions. Piaget [Piaget, 1999, Ch. 1] observed that basic notions of space emerge during the first month of childhood simultaneously with the notion of object and the discovery of "permanence" (and then change) as well as groups of operations. The relationist position was presented by Leibniz in his exchange with Clarke, who defended Newton's view. The centre of the exchange between Clarke and Leibniz is precisely what goes from Definition 1.1 to Definition 1.2 and the necessity, as well as correctness, of the first one. No dispute emerges regarding the second notion. Leibniz initiates the discussion by objecting

Newton says that space is an organ— · like a sense-organ · — by which God senses things. But if God needs an organ to sense things by, it follows that they don't depend entirely on him and weren't produced by him.[Leibniz, 2007, first letter]

a theological argument indeed. By the fifth exchange, the objection had evolved into an epistemic one:

"I answer that indeed motion doesn't depend on being · observed, but it does depend on being · observable. When there is no *observable* change there is no motion—indeed there is no change of any kind. The contrary opinion is based on the assumption of *real absolute space*, and I have conclusively refuted that through the principle of the need for a sufficient reason." [Leibniz, 2007, fifth letter]

Leibniz' positioning is epistemic, and concerns a sort of "hygiene of reason" that can later be found in Peirce:

A hypothesis is something which looks as if it might be true and were true, and which is capable of verification or refutation by comparison

with facts. The best hypothesis, in the sense of the one most recommending itself to the inquirer, is the one which can be the most readily refuted if it is false. [Peirce, 1994, CP 1.120]

and later

Long before I first classed abduction as an inference it was recognised by logicians that the operation of adopting an explanatory hypothesis –which is just what abduction is– was subject to certain conditions. Namely, the hypothesis cannot be admitted, even as a hypothesis, unless it be supposed that it would account for the facts or some of them. [Peirce, 1994, CP 5.189]

The first notion of absolute space (1.1) does not admit experimental refutations since nothing is logically deduced from it. The totality of Newton’s arguments such as the famous “bucket” ²[Barbour, 1982] rests upon the insight on absolute space given by “true motion”, Definition 1.2.

Thomson went one step further in the discussion arguing that the second form can be deduced from spatial relations between objects and he named “inertial frames” the systems providing the references that fulfil the requirement. In this form, the “sensorium of God” [Leibniz, 2007] is deemed not only epistemologically improper but unnecessary as well.

A better known line of argumentation was entertained by Mach:

Newton’s experiment with the rotating vessel of water simply informs us, that the relative rotation of the water with respect to the sides of the vessel produces *no* noticeable centrifugal forces, but that such forces *are* produced by its relative rotation with respect to the mass of the earth and the other celestial bodies. [Mach, 1919, p. 232]

Later he returns to the point with his famous view with regard to the fixed stars, while confronting Streintz about Newton’s distinction between absolute and relative rotation (that Streintz accepts):

For me, only relative motions exist [...], and I can see, in this regard, no distinction between rotation and translation. When a body moves relatively to the fixed stars, centrifugal forces are produced; when it moves relatively to some different body, and not relatively to the fixed stars, no centrifugal forces are produced. I have no objection to calling the first rotation “absolute” rotation, if it be remembered that nothing is meant by such a designation except *relative rotation with respect to the fixed stars*. [Mach, 1919, p. 543]

²Search for “vessel” in [Newton, 1687]

It has been already indicated that Mach in this respect misses the point [Borzeszkowski and Wahsner, 1995]. Let us explain the matter with a simple example that may be reproduced at home. Consider first the Olympic sport of “hammer throw”. To make the throw the athlete makes the hammer rotate around a vertical axis that goes approximately from his feet to a point in the line from his body to the hammer. The hammer can be said to rotate around the vertical axis and the athlete rotates around the same axis. To play the sport strong muscles are needed to pull from the hammer producing the internal force needed to rotate. Newton would call this absolute rotation because force and motion are in correspondence. Let the hammer rest on the floor and spin around your feet. Observe how all objects around appear to rotate (in a geometrical sense) relative to you. Despite some of the objects being far more massive than the hammer, they rotate almost effortlessly. Newton calls this apparent or relative rotation as it lacks correspondence between force and geometrical description. Since reality cannot be reduced to geometrical appearance we have to distinguish both situations. As indicated in [Borzeszkowski and Wahsner, 1995], Mach’s difficulties are rooted in his philosophical standing as empiricist.³ It is interesting to recall that Newton had rejected the idea of the absolute space being in correspondence with fixed stars.

... For it may be that there is no body really at rest, to which the places and motions of other may be referred.

But we may distinguish rest and motion, absolute and relative, one from the other by their properties, causes and effects. It is a property of rest, that bodies really at rest do rest in respect to one another. And therefore, as it is possible that in remote regions of the fixed stars, or perhaps far beyond them, there may be some body absolutely at rest; but impossible to know, from the position of bodies to one another in our regions whether any of these do keep the same position to that remote body; it follows that absolute rest cannot be determined from the position of bodies in our regions. [Newton, 1687]

³The idea that natural science rests on experience is not controversial. What is controversial is the form in which the observed (or sensed) becomes an idea, the process of ideation. Most empiricists consider the observed as the fact and the fact as the real, thus effectively suppressing the subject, they become realists (objective) by the unconscious action of ignoring the process of production of ideas. For other philosophers such as Peirce [CP 5.145 1994], there is an ideated reality and an observable reality; they bear the relation that exists between universal and particular. Experience is experience of the particular (uniquely situated in time and space and in several other forms) and cannot be used in any other case. This particular experience fosters and tests explanatory ideas, conjectures; by the processes of abduction experiences nourish the real (ideated) which is always transitory, a temporary belief. By the process of interpretation and contrast (induction in the words of Peirce) we control the validity of our beliefs. For Peirce then, the process of abduction is an inexcusable part of science. McAuliffe [2015]

It is important to understand at this point that Newton's and Mach's views have a point in common: they want to resolve the problem of inertia by introducing a unique, universal, conjectured reference system be it explicitly metaphysical or not. In contrast, Thomson will depart from this view by considering that references are to be found within what is experimentally at disposition which is indeed the actual form in which we use Newton's laws to explain observed phenomena. Think for example of a table-top experiment demonstrating 2d-collisions. The following demonstration was presented by Prof. Miguel Ángel Virasoro ⁴ to his students: the table was made of well polished marble and was well levelled; the carts consisted of a cylindrical base made of steel with a recipient above it where frozen CO_2 was placed. The CO_2 gas (produced by sublimation) flew out of the recipient between the base and the marble, lifting the cart just above the table reducing friction substantially. The reference system provided by the table may be (approximately) inertial or not. In addition to this real demonstration we have to imagine the possibility of giving the table a rotatory motion. Being almost decoupled from the carts, the rotation of the table does not change the interactions between carts. Yet, it changes the description of the trajectories. We are in the presence of apparent rotation. To confuse matters more, the room where the table is could be rotating as well, so that the inertial system would be given by a table rotating with respect to the room. But yet, in any case, in the idealised friction-less situation, there will always exist an inertial system which is not deducible from appearances.⁵

⁴[https://en.wikipedia.org/wiki/Miguel_Ángel_Virasoro_\(physicist\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Miguel_Ángel_Virasoro_(physicist))

⁵The position of Mach as relationist cannot be distinguished from that of Neumann, the Alpha Body of Neumann being the distant stars of Mach. This is most evident when Mach discusses inertial mass and he states

Definition of equal masses: All those bodies are bodies of equal mass, which, mutually acting on each other, produce in each other equal and opposite accelerations.[Mach, 1919, p.218]

Unless we define a reference system, there is no such thing as an acceleration for *each* body. Considering two bodies, only the relative distance makes sense, and how the relative acceleration is distributed among the bodies is not known. By adequately choosing the acceleration of the frame of reference we can make the allocation the way it pleases us. Thus, the definition does not make sense unless we specify the reference system as the “distant stars” or we explicit are speaking of “true motion” in Newton's sense. Inertial systems are discussed in Mach in the appendix, p.545, while commenting work of Lange that appeared after the first edition of Mach's book. Thus, despite his claims regarding being a relationist, essential parts of Mach's thoughts are based in a secular version of Newton's absolute space. It is interesting to realise that the context of the discussion are the various attempts to reformulate Newton's mechanics such as Hertz and Walley [1899], Streintz [1883] and Lange [1886] (see [Pfister, 2014] as well) trying in one way or another to dispose of the metaphysical absolute space.

Thomson opens his paper with:

There is no distinction known to men among states of existence of a body which can give reason for any state being regarded as a state of absolute rest in space, and any other being regarded as a state of uniform motion... the only motion of a point that men can know of or can deal with is motion relative to one, two, three bodies or more other points. [Thomson, 1884, p. 568-569]

For Thomson, and later for Lange, it is clear that the notion of space must be sought in the relation between bodies (“...qualities or distinctions of motions of one or more bodies can be ascertained through knowable relations between these motions and the motions of one or more other bodies...” [Thomson, 1884, p. 572]). The reference of motion corresponds to the concept of “free bodies”, he states:

The only motion of a point that men can know of or can deal with is motion relative to one, two, three, or more other points [...] Any arrangement whatever of points, lines, or planes, changeless in mutual configuration, will, for present purposes, be named as a reference frame, or briefly as a *frame*. [Thomson, 1884, p.569-560]

In the bi-dimensional space provided by the marble-table of the suggested demonstration, the bodies move freely as long as they do not collide with each other (or with the contention rails that prevent them from falling). The motion of such bodies, relative to each other will give the references for any other motion. It is then wise to adjust the table so that the free bodies move in straight lines at constant speed with respect to it. In such a form, the table has acquired the same property than free bodies and we can use it as a reference frame in Thomson’s view.

A free body is certainly a concept, an idea, that emerges by the process of idealisation introduced by Galilei [1914, day 4]. We can say that:

Definition 1.3. *Approximately free: A body is said to be approximately free when for a given purpose its interactions with other bodies can be ignored within the established level of tolerance.*

There are several instances in which a body can be considered approximately free because its characteristics (such as charge, mass, volume and others), its relative position to other bodies, and the lapse of time that is relevant for our purpose, allow us to expect no appreciable influence from other bodies on it or, what it is for practical purposes the same, influences are cancelled (as it is usually the case for electrical influences between statistically neutral bodies).

Definition 1.4. Free body: *A free body is the idealised version of an approximately free body.*

Thus, free bodies exist only in our mind and, at the same time, approximately free bodies are not too difficult to find if we exercise some due tolerance. Further, Thomson proposed that inertial reference frames can be introduced by considering the motion of bodies with respect to a reference point and directions derived from the relative motion of free bodies.

In [Solari and Natiello, 2018], notions of space and time were developed elaborating from the concepts of *me* vs. *other* and *permanence* vs. *change*. Starting from the subjective intuitive notion of space we proposed the existence of *inertial frames*, and a relational formulation of Newtonian mechanics implying that absolute space (in the sense objected by Leibniz) was not fundamental to Newton’s theory. The development in [Solari and Natiello, 2018] rests on the No Arbitrariness Principle (NAP), namely that *no knowledge of Nature depends on arbitrary decisions*. In other words, in any description of Nature arbitrariness is either absent or “controllable”, in the sense that different arbitrary representations are connected by a *group* of transformations.

In the present work we connect, in a mathematical form, the notion of a relational space with (a) the intuitions developed during the early childhood [Piaget, 1999], (b) the notion of intrinsic reference systems as developed by Thomson and (c) the No Arbitrariness Principle. As a result, we show that the class of reference frames that preserve the objective relational dynamics includes non-rotating “accelerated” systems and that only a subclass of them consists of Thomson’s inertial frames. Neither the fixed stars or the absolute space of Definition 1.1 are required (or relevant) to set the grounds of Newtonian mechanics. The historical approach is then reverted, from “free bodies move in straight uniform motion with respect to an inertial frame” into “inertial frames are those reference systems where free bodies are described as moving in straight uniform motion”. Since the idea of “free, non-interacting, body” admits approximations, inertial systems admit approximations as well. Actually, the intuitive use of inertial frames corresponds to this later notion.

In the next Section we start by developing the notion of space from a Piagetian perspective, then connecting it with the Cartesian concept of coordinates. Since Descartes presentation assumes the existence of an external observer, we identify the relational content of the notion of space and finally develop the theory of relatively inertial frames, and its connection to Newtonian Mechanics. We discuss the achievements in the final Section.

2 The relational notion of space

Piaget describes the construction of the notion of space, objects and spatial relations in the child:

To understand how the budding intelligence constructs the external world, we must first ask whether the child, in its first months of life, conceives and perceives things as we do, as objects that have substance, that are permanent and of constant dimensions. If this is not the case, it is then necessary to explain how the idea of an object (object concept) is built up. The problem is closely connected with that of space. A world without objects would not present the character of spatial homogeneity and of coherence in displacements that marks our universe. Inversely, the absence of “groups” in the changes of position would be equivalent to endless transformations, that is, continuous changes of states in the absence of any permanent object. In this first chapter, then, substance and space should be considered simultaneously, and it is only through abstraction that we shall limit ourselves to object concept. Piaget [1999, p. 3]

The conclusion to which the analysis of object concept has led us is that in the course of his first twelve to eighteen months the child proceeds from a sort of initial practical solipsism to the construction of a universe which includes himself as an element. At first the object is nothing more, in effect, than the sensory image at the disposal of acts; it merely extends the activity of the subject and, without being conceived as created by the action itself (since the subject knows nothing of himself at this level of his perception of the world), it is only felt and perceived as linked with the most immediate and subjective data of sensorimotor activity. During the first months the object does not, therefore, exist apart from the action, and the action alone confers upon it the quality of constancy. At the other extreme, on the contrary, the object is envisaged as a permanent substance independent of the activity of the self, which the action rediscovers provided it submits to certain external laws. Furthermore, the subject no longer occupies the center of the world, a center all the more limited because the child is unaware of this perspective; he places himself as an object among other objects and so becomes an integral part of the universe he has constructed by freeing himself of his personal perspective. Piaget [1999, p. 97]

To address the notion of velocity, first we need to address the notion of spatial relations. Take e.g., a look at a garden. Leave aside (project out) the moving

leaves and birds, and consider those elements that impress us as keeping a constant relation among themselves (stones, bushes, etc.). We seek for a universal instruction to move around the garden. We then identify the elements with labels, $i \in [1 \dots N]$ and summarise the instruction of “going from i to j ” as x_{ij} . Any moving instruction can be given as a concatenation of moving instructions, this is the most essential condition of spatial relations. We use the symbol $\oplus$ to denote concatenation. x_{jj} denotes the instruction for remaining at the locus of j , or just “do nothing”. We call x_{jj} the *neutral* element, $0 \equiv x_{jj}$. We then realise that $x_{ij} = x_{ij} \oplus x_{jj}$, and further

$$\begin{aligned} x_{ij} \oplus x_{jk} &= x_{ik} \\ x_{ij} \oplus x_{jj} &= x_{ij} \\ x_{jj} &\equiv 0 \\ x_{ij} &= \ominus x_{ji} \end{aligned} \tag{1}$$

The last line in (1) express the perceived fact that the outcome of staying in one place in the end is the same as the concatenation of going from that place to any other and returning. Thus, *returning* becomes the inverse operation of *going*: $x_{ij} = \ominus x_{ji}$.

We need now to introduce velocities, and hence, we first need to introduce change, or its abstract form, time (that time is the abstract form of change was already known to Aristotle [Aristotle, 1994–2010]). Our observations may indicate/suggest that the organisation of the garden is not always the same, perhaps because we want to explain where a bird is feeding in the garden. We have then decided that there are things that, for our purposes, are permanent (do not change) such as trunks and stones as well as changing objects, e.g., the position of birds. “Going to bird 1” is not the same type of instruction as “going to tree 1”. The birds cannot be located with “old instructions”, the location instructions have to be updated as a function of other perceived changes. Each observer may have her/his own clock, so we write t_S to record the changes perceived by S ⁶, and understand that all the instructions in Eq. 1 were given for a determined time, namely:

$$\begin{aligned} x_{ij}(t_S) \oplus x_{jk}(t_S) &= x_{ik}(t_S) \\ x_{ij}(t_S) \oplus x_{jj}(t_S) &= x_{ij}(t_S) \\ x_{jj}(t_S) &\equiv 0 \\ x_{ij}(t_S) &= \ominus x_{ji}(t_S) \end{aligned}$$

⁶Notice that clocks in general come from outside the phenomena in study, they are the remaining part of the universe from which our mind is isolating the observed. The perception that some events are recurrent forces us to avoid arbitrary decisions by assigning to the intervals between consecutive events the same duration. In turn, each interval can be divided using other series of events (more frequent) equally perceived as having the same essence, thus refining the division of time. The repetition and idealisation of the process gives us the time.

Since we have an intuition of regular processes, we may agree on the functioning of reference clocks and hence consider time-records as real numbers with the usual sum operation. We finally consider the relation between the rate of change for our (reference) clock and the rate of change of relative positions,

$$v_{ij}(t_S, \delta) \equiv \frac{x_{ij}(t_S + \delta) \ominus x_{ij}(t_S)}{(t_S + \delta) - t_S}$$

It follows that

$$v_{ij}(t_S, \delta) \oplus v_{jk}(t_S, \delta) = v_{ik}(t_S, \delta) \quad (2)$$

This is, whatever the clock is, the composition law between velocities must be the same that the composition law of the space.

2.1 Descartes' mathematisation of space

The Cartesian view is always the view of an observer, the view that matches our intuitive construction, namely an extrinsic view. In Descartes' method, directions and distances are used instead of giving instructions to move around the garden based upon landmarks. Thus, the instruction that was “walk from i to j , x_{ij} ” becomes “from i walk x steps in the direction $\hat{e}_{ij}$ to j ”, that we annotate $x_{ij} = \hat{e}_{ij}x$. If we now agree to consider only the path from a given reference position (the position of “ego”), all paths consist in concatenations of this kind of instructions. Our intuition tell us more, it tells us that there are only three independent directions, at least as much as we can perceive. Therefore, the space is three dimensional and the mathematical construct is Cartesian space, represented by $\mathbb{R}^3$, while $\oplus$ is the ordinary vector sum. Cartesian space not only inherits the rules developed for the concatenation of instructions, but adds new rules based on intuition, such as $x\hat{e} + x'\hat{e}' = x'\hat{e}' + x\hat{e}$ (addition is commutative), as well as the other rules of vector algebra. This idea is underlying the operational part of Newton's concepts of absolute space and true motion, seeking for a reference—somehow external to the process in study—from which changes in motion correspond to forces.

2.2 Subjective and relational spaces

A central issue in Classical Mechanics has been that of formulating mechanics in a fully relational way, this is, not only suppressing the absolute space but suppressing a Cartesian view based upon a privileged reference system as well. Absolute space can be seen as the view of a privileged observer: God. Nothing is gained by changing the name of the privileged observer. Already with Leibniz the alternative idea of a relational space arose, i.e., a space free of the arbitrariness

of an extrinsic reference. How do we construct an intrinsic view (i.e., without external observers)?

Individual subjective spaces contain the arbitrariness of the choice of origin and the choice of references, but what is *real* presents “characters that are entirely independent of our opinions about them” [Peirce, 1955, p. 18]. In this sense, the Cartesian space is not *real*. In contrast, relational constructions as those we used to introduce this discussion, like x_{ij} , stand their chance of being real. Yet, the Cartesian view is not completely arbitrary because all arbitrary spaces that we can produce map into each other in a one-to-one form. Thus, the observations in one space only need to be translated into the observations in another space (characterised by different arbitrariness). We say that the descriptions are *intersubjective*. When the differences between subjective spaces correspond to arbitrary elections that influence the description in a systematic form, as it is the case of the choice of origin and the choice of directions of reference, the set of transformations relating the different descriptions must satisfy conditions of consistency that allow us to move in the set of arbitrary descriptions without contradictions. This is the core meaning of the No Arbitrariness Principle (NAP) [Solari and Natiello, 2018], in short: the set of transformations associated to arbitrary decisions must form a *group*. Actually, considering it in finer detail, there is a group associated with each class of equivalent arbitrary decisions, this is: a group for the election of reference point, a group for the election of reference directions, and so on.

We begin by considering one body alone in a 3-dimensional, universe. For such a body, relative space makes no sense at all. There is nothing else available to consider (such as e.g., relative positions), apart from the body. When we consider two bodies, only a one dimensional universe is conceivable. The distance between the two bodies is the only possibility for geometric change. When we consider at least three bodies, a distinct difference arises. Arbitrariness in the representation corresponds to the choice of different orientations and the location of one point in the system. If the Cartesian space for N bodies corresponds to R^{3N} and the group of transformations between arbitrary representations (after restricting the choice of directions to orthogonal directions) is $\mathbb{E}(3) = \text{ISO}(3) = \text{SO}(3) \ltimes \mathbb{R}^3$ (in words: $\mathbb{E}(3)$ equals the semi-direct product of its subgroups $\text{SO}(3)$ and $\mathbb{R}^3$ - normal subgroup-, hence $\text{SO}(3) \cong \mathbb{E}(3)/\mathbb{R}^3$). The two component groups correspond to a global orientation and the position of one point. The real space is what results of modding out the arbitrariness. This means: a point for $N = 1$, the positive line for $N = 2$. For $N \geq 3$ it acquires the characteristics we intuitively assign to the relational space by removing from the subjective space R^{3N} e.g., a global orientation and a distinguishable point.

2.3 Relatively inertial frames

The goal of this Section is to define a reference frame internal to a set of N bodies moving without (relative) interactions, i.e., N free bodies.

Lemma 2.1. *The law of motion for the relative distance x_{ik} among any pair of free bodies is*

$$\frac{dx_{ik}}{dt} = C_{ik},$$

for some constants C_{ik} .

Proof. According to NAP, the law of motion for the relative position, x_{ik} , must be independent of the existence of other bodies since they cannot influence the motion (otherwise, the pair is not free or it is influenced by arbitrary decisions regarding the other bodies). Hence,

$$\frac{dx_{ik}}{dt} = f(x_{ik}) = f(x_{ij}) + f(x_{jk}) = f(x_{ij} + x_{jk}).$$

Therefore, f must be an affine transformation, $f(x_{ik}) = C_{ik} + Ax_{ik}$, with C_{ik}, A constants. We have the additional result that $C_{ik} = C_{ij} + C_{jk}$, a principle of addition of the velocities of free bodies. In addition, since the law must be the same for all times (there is no privileged time), C_{ik}, A must be constant. Finally, $A = 0$ since otherwise the bodies would not be independent of each other, being their evolution affected by their relative distance. $\square$

Let $i, j \in (1, 2, 3)$. We have the relations x_{ij} (oriented distances) and we can consider a large number of different vectors, e.g. the set $\{x_{ij}, dx_{ij} = x_{ij}(t_S + \delta) - x_{ij}(t_S)\}$. In a three dimensional space those vectors are not completely arbitrary: some internal relations will become explicit. Three bodies define a plane, which along with the relative velocity vectors 1.3 to define a reference frame, except under singular (full coplanarity or zero velocity) circumstances. We are now in the position to consider *relatively inertial* systems.

We set

$$\hat{e}_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{|x_{ij}|} & \text{if } \frac{d}{dt_S} x_{ij} = 0 \\ \frac{v_{ij}}{|v_{ij}|} & \text{if } \frac{d}{dt_S} x_{ij} \equiv v_{ij} \neq 0 \end{cases} \quad (3)$$

where $v_{ij} = \lim_{\delta \rightarrow 0} v_{ij}(t_S, \delta)$. The use of a limit is not strictly necessary, since we will deal with constant v_{ij} . It is enough to ask for v_{ij} being independent of δ .

In terms of an arbitrary frame, the conditions $dx_{ij} = 0$ and $dv_{ij} = 0$ are ultimately a perception of the observer and as such they introduce subjectivity in the description. It is this decision made by the subject what creates the space that can be mathematically represented. Eq. 3 removes much of the subjectivity leaving

only the arbitrary origin of the subjective frame, which is not involved in the description of relative positions. Thus, the observer might be linearly accelerated but the description of relative motion will remain unchanged.

Definition 2.1. *Two bodies are relatively inertial if there exists a reference frame, a constant vector a , and a scalar b such that $\frac{db}{dt_S}$ is constant and*

$$\begin{aligned}\hat{e}_{ij} \times (x_{ij} \times \hat{e}_{ij}) &= a \\ \hat{e}_{ij} \cdot x_{ij} &= b \\ \frac{d}{dt_S} \hat{e}_{ij} &= 0\end{aligned}$$

where

$$x_{ij} = a + b\hat{e}_{ij}$$

Definition 2.2. *$N \geq 3$ bodies are relatively inertial if there exists a reference frame and a sequential order $1, \dots, N$ such that body k is relatively inertial to body $k + 1$. We call this frame a relatively inertial frame for the N bodies.*

Corolary 2.1. *Free bodies are relatively inertial bodies.*

Proof. This is a consequence of Definition 1.4, Definition 2.2 and Lemma 2.1. $\square$

Lemma 2.2. *Relatively inertial is an equivalence relation i.e., a relation $\sim$ such that for three bodies A, B, C it holds that $A \sim A$, $A \sim B \Rightarrow B \sim A$, $A \sim B$ and $B \sim C \Rightarrow A \sim C$.*

Proof. $A \sim A$ since whenever $x_{ii} = 0$ and for arbitrary $\hat{e}$ we have $a = 0$ and $b = 0$ in Definition 2.1. If a pair a, b exists such that $A \sim B$ it follows that $B \sim A$ with the associated pair $-a, b$. Since there is a common reference frame for the whole chain of relatively inertial bodies, the third relation follows from vector addition rules. We have

$$\begin{aligned}x_{AB} &= a + b\hat{e}_{AB} \\ x_{BC} &= a' + b'\hat{e}_{BC} \\ x_{AC} &= x_{AB} + x_{BC} \\ &= a + a' + b\hat{e}_{AB} + b'\hat{e}_{BC}\end{aligned}$$

Further, $b\hat{e}_{AB} + b'\hat{e}_{BC} = c + t_S \left(\frac{db}{dt} \hat{e}_{AB} + \frac{db'}{dt} \hat{e}_{BC} \right)$, where c is some constant vector and the constant quantity in parenthesis is either zero or some other constant nonzero vector. In the latter case, letting $\lambda = \left\| \frac{db}{dt} \hat{e}_{AB} + \frac{db'}{dt} \hat{e}_{BC} \right\|$ and $\hat{e}_{AC} = \frac{1}{\lambda} \left(\frac{db}{dt} \hat{e}_{AB} + \frac{db'}{dt} \hat{e}_{BC} \right)$ we get $x_{AC} = (a + a' + c) + \lambda t_S \hat{e}_{AC}$. $\square$

Lemma 2.3. *The relatively inertial frames referring to $N \geq 3$ relatively inertial bodies have as group of arbitrariness the translations (which may be time dependent) and the (time independent) rotations composed as a semi-direct product group.*

Proof. The instantaneous relative position of N bodies is invariant under $\mathbb{ISO}(3)$ as explained in Subsection 2.2. With relative positions, the arbitrariness of the origin of coordinates cancels out, even when it changes as a function of time. In contrast, a change in the arbitrary choice of orthogonal directions of reference as a function of time will make $\frac{d}{dt_s}\hat{e}_{ij} \neq 0$ in the definition 2.1, hence it will break the concept of relatively inertial set. $\square$ We observe that in the cited paragraphs of Thomson, the directions of reference in space correspond to the relative motion of free bodies. Relatively inertial frames correspond to the situation presented in Newton [1687], Collorary VI of the chapter Axioms. The introduction of relatively inertial sets of bodies deserves a detailed discussion. In subsection 2.2 we introduced the instantaneous space for the description of the relational problem of N bodies. Starting from subjective space, R^{3N} , we arrived to a relational space where the orbits of points by the action of the group $\mathbb{E}(3) = \mathbb{ISO}(3)$ were identified, this is: $R^{3N}/\mathbb{E}(3)$. The description of the evolution in time in the relational space is then represented by a function of time, R , into $R^{3N}/\mathbb{E}(3)$. Thus, each trajectory is given by a function $F(t) : R \mapsto (R^{3N}/\mathbb{E}(3))$ and the set of functions will be called $\mathcal{F}$. Definition 2.1 uses relative positions, x_{ij} , which are invariant under changes of the origin of the (subjective) coordinates, hence, these mathematical objects are invariant under the action of $\mathbb{R}(3)$, the group of translations, and only rotations in $\mathbb{E}(3)$ may change them. From the original group of arbitrariness, $\mathbb{E}(3)$, we are left with the effective action of $\mathbb{E}(3)/\mathbb{R}(3) \sim \mathbb{SO}(3)$ (a result that can be intuited as well). Since we have to make such a choice for every time when considering a trajectory, the group of arbitrariness associated to the set $\{x_{ij}(t)\}$ consists of (continuous and twice differentiable) time-dependent rotations. Continuity and differentiability is requested because we have to deal with velocities in the definition. Because the translation of the subjective origin of coordinates does not intervene in the definition of the inertial set and inertial frame, we can allow any arbitrariness to such a collective translation. Note that the arbitrariness of the description encompasses $\mathcal{F}$ and time-dependent rotations, while the class of relatively inertial frames related to a relatively inertial set of bodies only contains time-independent rotations, because of Lemma 2.3.

Regarded from any arbitrary relatively inertial frame, the N relatively inertial bodies belonging to the relatively inertial system may display any possible type of trajectory $x_i(t)$ as indicated above. However, for any pair of bodies we have that $x_i(t) - x_j(t) = v_{ij}t + x_{ij}(0)$, with constant v_{ij} , when the reference frame is chosen with orientations as indicated in definition 2.1. Picking a reference frame that is

also relatively inertial to the N bodies, the standard description of the bodies from an inertial frame [ch. 1, Goldstein, 1980] is recovered. Indeed, the N bodies are then described as having coordinates $x_i(t) = x_i(0) + v_i t$. This view is equivalent to augmenting the set of bodies in one, adding an extra “body”, representing the origin of coordinates. The transformations among inertial frames in the standard setting, the Galilean group, arise as a consequence of this choice (it corresponds to picking different extra bodies relatively inertial to the set of N , having different constant relative velocity).

Definition 2.3. *Inertial frame. Inertial frames are the relatively inertial frames associated to free bodies.*

Corolary 2.2. *Newton’s laws hold only in inertial frames.*

It is possible for a set of bodies to be relatively inertial without being free, hence two separate sets of bodies can be each relatively inertial and yet no inertial frame may be available for all the bodies to pertain to a relatively inertial set.

Remark 2.1. *The “added value” of the concept of relatively inertial is twofold. On one side, the concept is intrinsic to a system and hence independent of the system being e.g., accelerated relative to some external reference. Moreover, it is fully compatible with classical, Newtonian mechanics, thus eliminating a meta-physical ingredient discussed for centuries, now without any reference to e.g., “distant stars”. In an inertial system, any relative motion that deviates from constant velocity corresponds with forces/interactions, i.e., to bodies that are not free. However, the statement is not true if we replace “inertial system” by “relatively inertial system”⁷.*

Remark 2.2. *The relatively inertial class is larger than the inertial class associated to the inertial frames 2.3. It contains any kind of global time-dependent displacement of the frame and the objects under study and, in particular, accelerated systems as those considered in Einstein’s equivalence principle (stating the complete physical equivalence of a homogeneous gravitational field and a corresponding acceleration of the reference system [Einstein, 1907]). Regarded in this way, the equivalence principle is not an independent principle but a particular case of the more general NAP and the presently derived concept of relatively inertial.*

Remark 2.3. *The concept of force in Classical Mechanics has been gradually “naturalised” by habit (in the sense that forces became treated as observables, rather than as meta-observables –ideated–). Consequently, an inertial-mass has*

⁷In [Solari and Natiello, 2018] it is assumed explicitly that the reference corresponds to a free body.

followed, relating force and the actually observable acceleration. However, a detailed construction of mechanics [Solari and Natiello, 2018] shows that the concept of inertial mass rests completely on the concept of gravitational mass. Therefore, it makes no sense to distinguish them. Hence, the “weak equivalence principle” [Dicke, 1981] (stating that inertial mass equals gravitational mass) is a social construction rather than a basic ingredient of mechanics.

3 Discussion and conclusions

It is worth to discuss the implications of Definition 1.3. In practice, we always deal with approximate notions, be it of free bodies, relatively inertial bodies or inertial frames. The possibility of interacting or not with other objects/bodies is always considered from a limited perspective and it is subject to revision whenever necessary. While perfection is probably unattainable outside the mathematical universe, the pair of concepts *approximation* and *tolerance* are quantifiable and admit the possibility of refinement and improvement.

We have shown that there are two different conceptions of relational space, one that preserves the intuition of the subjective space and constitutes a secular version of absolute space resting upon hypothetical fixed stars, and a second one, almost forgotten, that rests upon the concept of inertial frames, free bodies and internal relations. Such distinction parallels the notion of Absolute space (Definition 1.1) in Newton and that of absolute motion (Definition 1.2) which is the operative concept in Newton’s *Principia*. The first one can be called metaphysical as well as it is not true that for any practical use we identify inertial systems by referring them to the fixed stars or any other equivalent primary reference as Neumann’s Alpha Body or the distribution of masses of a –necessarily assumed– finite universe. The second version is of practical use but does not support the simple intuition as crystallised in the Cartesian representation of space, but rather requires a philosophical intuition Husserl [1983] or equivalently, to acknowledge the process of abduction in general and the production of reality by the building intelligence of the child.

Leibniz’ relationism is the result of a discipline of mind based on the “Principle Sufficient Reason” and the “Principle of Identity of Indiscernibles” which relate deeply with the “No Arbitrariness Principle” and the process of modding out arbitrariness (subjective views) applied in the present construction. In contrast, providing an arbitrary reference for the space, such as fixed stars, violates NAP, and as such accepts Leibniz’ conclusions regarding the space but disdains Leibniz’ main rational principles.

In terms of classical mechanics we have shown that it is possible to introduce inertial frames and sets of inertial bodies without introducing an Absolute Space

(or universal references of no actual use) complementing the work in [Solari and Natiello, 2018]. We have also shown that the new approach includes a larger variety of reference systems.

In the view of the present work, Newton’s definition 1.1 of absolute space plays only a metaphysical role. There is no way of working out from absolute space the meaning of true motion (definition 1.2) and there is no way to put absolute space to test, as Newton explains in the Scholium. We suggest that its need must be considered in psychological terms as it relates to initial perceptions of the child in the construction of the notion of space. Absolute space can be safely replaced with a secular relational space such as the one produced by taking the “fixed stars” as alleged reference, since we are only changing the useless metaphysics. Why should free bodies be in uniform motion in the frame of reference given by the fixed stars? Yet, the metaphysical discussion has entertained most philosophers [Barbour, 1982].

In contrast, the notion of true motion (definition 1.2), closely linked to the principle of inertia, can be inferred from observations and the abducted result has stood firmly all falsification attempts. It stands as a true belief, one that “shapes our actions” [Peirce, 1994, CP 5.371], on its own right. In this work we have shown how inertial frames follow logically from it. Since inertial frames correspond to the setting where Newton’s axioms hold true, hence all of Newton’s mechanics rests on the notion of true motion.

In achieving our result we rested, much as Leibniz did, on a sanitising concept, in our case the “No Arbitrariness Principle” (NAP) and its mathematical formulation. While NAP operates before Newton’s laws of mechanics, a residual action is left. Since there is not a unique inertial system, there should be a group of operations transforming statements in one inertial system into statements in another one, while the laws of mechanics remain the same. Thus, this relativity principle is not an independent construct somehow unique to physics but only a consequence of NAP, having to account for a residual arbitrariness.

4 Acknowledgements

MAN acknowledges grants from Kungliga Fysiografiska Sällskapet 2016 and 2018.

References

Aristotle. *Physics*. The Internet Classics Archive, 1994–2010. URL <http://classics.mit.edu/index.html>. Translation by R. P. Hardie and R.

On the relation of free bodies, inertial sets and arbitrariness

K. Gaye.

Julian B. Barbour. Relational concepts of space and time. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 33(3):251–274, 1982. ISSN 00070882, 14643537. URL <http://www.jstor.org/stable/687224>.

Horst-Heino von Borzeszkowski and Renate Wahsner. *Mach's Criticism of Newton and Einstein's Reading of Mach: The Stimulating Role of Two Misunderstandings*, volume 6 of *Einstein Studies*. Birkhäuser, 1995.

Robert H Dicke. *Encyclopedia of Physics*, chapter Gravitation, pages 364–367. Addison-Wesley Publishing Co., 1981.

Robert DiSalle. Conventionalism and the origins of the inertial frame concept. *PSA: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association*, 1990:139–147, 1990. ISSN 02708647. URL <http://www.jstor.org/stable/193063>.

Robert DiSalle. Absolute space and newton's theory of relativity. *Studies in History and Philosophy of Science Part B: Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 71:232–244, 2020. ISSN 1355-2198. doi: <https://doi.org/10.1016/j.shpsb.2020.04.003>. URL <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1355219819300747>.

Albert Einstein. On the relativity principle and the conclusions drawn from it. *Jahrb Radioaktivitat Elektronik*, 4:411–462, 1907.

Galileo Galilei. *Dialogs concernig Two New Sciences*. The Macmillan Company, 1914. Translated by H. Crew and A de Salvio.

H Goldstein. *Classical Mechanics*. Addison-Wesley, Reading, MA, 1980.

Heinrich Hertz and John Thomas Walley. *The principles of mechanics presented in a new form*. Macmillan and Company, Limited, 1899. URL <http://www.archive.org/details/principlesofmech00hertuoft>. Original in German of 1894, postomous work.

Edmund Husserl. *Ideas Pertaining to a Pure Phenomenology and to a Phenomenological Philosophy. First book*. Martinus Nijhoff Publishers, 1983. Translator F. Kersten.

Ludwig Lange. *Die geschichtliche Entwicklung des Bewegungsbegriffes und ihr voraussichtliches Endergebniss: Ein Beitrag zur historischen Kritik der mechanischen Principien*, volume 1. W. Engelmann, 1886.

- Gottfried Wilhelm Leibniz. Exchange of papers between leibniz and clarke. Translated by Jonathan Bennett. Last modified April, 2007. URL https://earlymoderntexts.com/assets/pdfs/leibniz1715_2.pdf.
- Ernst Mach. *The Science of Mechanics. A Critical and Historical Account of its Development*. The open court publishing co., Chicago and London, 1919. Translated by Thomas J McKormack.
- William HB McAuliffe. How did abduction get confused with inference to the best explanation? *Transactions of the Charles S. Peirce Society: A Quarterly Journal in American Philosophy*, 51(3):300–319, 2015.
- Isaac Newton. *Philosophiæ naturalis principia mathematica* (“*Mathematical principles of natural philosophy*”). London, 1687. Consulted: Motte translation (1723) published by Daniel Adee publisher (1846). And the Motte translation revised by Florian Cajori (1934) published by Univ of California Press (1999).
- Charles Peirce. *The Philosophical Writings of Peirce*. Dover Publications, 1955. Selected and edited by Justus Buchler.
- Charles Peirce. *Collected Papers of Charles Sanders Peirce*. Charlottesville, Va. : IntelLex Corporation,, electronic edition edition, 1994.
- Herbert Pfister. Ludwig lange on the law of inertia. *The European Physical Journal H*, 39(2):245–250, April 2014. ISSN 2102-6467. URL <https://doi.org/10.1140/epjh/e2013-40039-2>.
- Jean Piaget. *The Construction Of Reality In The Child*. International Library of Psychology. Routledge, 1999. ISBN 0415210003,9780415210003.
- H G Solari and M A Natiello. A constructivist view of newton’s mechanics. *Foundations of Science*, 24:307, 2018. URL <https://doi.org/10.1007/s10699-018-9573-z>.
- Heinrich Streintz. *Die physikalischen Grundlagen der Mechanik*. Teubner, 1883.
- James Thomson. 2. on the law of inertia; the principle of chronometry; and the principle of absolute clinural rest, and of absolute rotation. *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, 12:568–578, 1884.

Holographic universe: implications for cancer, ALS, parkinson's, autism, and ME/CFS

Alethea Black*

Abstract

The holographic principle was proposed by Nobel laureate Gerard 't Hooft in the 1990s and it has also been modeled by Leonard Susskind and Stephen Hawking. We've heard light mentioned with regard to the fundamental nature of reality for a long time; God said Let there be light, we are the light of the world, etc. But we haven't investigated a possible role for the speed of light in our illnesses. This paper will do just that. The central premise is that light's "speed" is a reflection of the degree to which the observer is removed from its source. In its Platonic state, light's speed is zero. It is light from which time (i.e. light that has speed), by degrees, emerges. The Big Bang can be envisioned as a sphere, the center of which is a point, Alpha. Via expansion, Alpha becomes a sphere, Omega, by degrees, where each degree is c . For any given Alpha, the circumference of a circle on the sphere, Omega, is a set of resonant points that represent the speed of light or "end of time." Every radius—every line drawn from Alpha to Omega—is an arrow of time, a parallel universe. Alpha (M or E) and Omega (E or M) increase in tandem, maintaining the degree of separation required by special relativity, $E=mc^2$. The holographic sphere of points equidistant from the Big Bang on which we find ourselves is not the only sphere of points equidistant from the Big Bang. There are spheres that are smaller (past) and larger (future) than ours. Where an arrow of time intersects a sphere-brane of light's speed will be treated here as a "2D hologram." For an observer behind the hologram, reality will appear to be accelerating/expanding. For an observer in front of it, reality will appear to be decelerating/contracting. For an observer at the speed of light, time is no longer a variable.[†]

Keywords: *holographic principle; emergence theory; cognitive science; consciousness; perception; metaphysics; pre-cognition.*

* Alethea Black; alethea@aletheablack.com

[†]Received: 2021-12-15; Accepted: 2021-12-25; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.694. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©The Authors. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1. Introduction

This paper is a refutation of materialism. Materialism has been refuted many times before, by such people as Plato and George Berkeley. Samuel Johnson famously pushed back against Bishop Berkeley's idea of *immaterialism* by kicking a rock and saying: "I refute it thus."

Kicking a rock is a clever retort, but it doesn't close an argument. When I kick a rock, I am interacting with the 3-D images our eyes see. But many contemporary scientists—including Donald Hoffman, Beau Lotto, and Anil Seth—have produced compelling evidence that the 3-D images our eyes see are, in effect, optical illusions (Hoffman, 2014; Lotto, 2017; Seth, 2017).

The brain is not a passive observer, like a camera lens. The brain *actively composes* what we perceive. We know this; we have studied extensively how perception works. "Your brain hallucinates your conscious reality" is the title of neuroscientist Anil Seth's popular 2017 TED talk. Yet the significance of what we know has not fully sunken in. The sun is 400 times larger than the moon, and also precisely 400 times farther away. "What a coincidence!" we say—a phrase we echo when we encounter a black hole (Sagittarius A*), and then another black hole (M87) that is 1000 times larger, and also ... precisely 1000 times farther away.

But it is for children to speak of coincidence. It's time we draw back the lens and consider again the "unreasonable effectiveness" of mathematics—a phrase coined by Eugene Wigner in 1960—in describing the natural world. Perhaps mathematics so aptly describes what we perceive because the 3-D reality we perceive with our senses is being rendered.

For something to be rendered requires a medium. It means the same image can be achieved via different means—from different directions, so to speak. Imagine an ink blot on a piece of cloth, but add a dimension. So it's a sphere of ink, analogous to a sphere of light, in a 4-D medium called time. When time contracts (when the cloth is squeezed), the sphere explodes into being. When time dilates (when the cloth is stretched), the sphere contracts into being. In other words, the ink and the cloth are not wholly separate; it is the state of one that causes the other to *emerge*. What does it mean to suggest that the material world is *emergent*? It's like saying we live in a world made of ice, but that ice is made of something else: water. We live in a world ostensibly made of matter, but I'm suggesting that matter is made of something else: light. There's a word for a world that emerges from light. It is holographic.

To propose that the world we perceive with our senses should be interpreted vis-à-vis its relationship to light's speed—i.e. that we live in a holographic universe—is hardly a new idea. What's new is the maths that could prove it.

Light's behavior appears to flout our understanding of spatial orientation. Four decades ago, physicist Alain Aspect demonstrated light behaving non-

locally, a quality referred to as “spooky action” at a distance (Aspect, 1982). Perhaps space is not the proper medium against which to observe and to measure light.

This essay will explore the idea that while matter’s medium is space, light’s medium is time. It will suggest that it is via examining the body’s relationship to time that we will solve our illnesses.

2. Aim/Background

In 1973, my father, Fischer Black, published a paper that applied a principle of physics (Brownian Motion) to economic markets. In 2022, I will publish a paper that applies a principle of physics (the holographic principle) to human health. It took both of us months—in my case, years—to get our ideas into the mainstream. “What We Call the Moon: Cognitive Science Meets Human Health” will soon be published in the peer-reviewed *Journal of Social and Psychological Sciences*. Here is the story behind the story.

One morning, I woke up and couldn’t see. After a minute or two, my vision came back to me, but this was one more symptom in a constellation of symptoms that had stymied physicians and me for years. I was forced to investigate human health independently, a journey chronicled in my memoir, *You’ve Been So Lucky Already* (Little A, 2018). A turning point occurred, oddly enough, on Facebook. After learning that many people with chronic illness did well by limiting dietary oxalate—oxalate is a crystal found in plants capable of photosynthesis—I joined a Facebook group called “Trying Low Oxalates.” At the top of the page sat an image of an oxalate crystal. Staring at it one day, while dealing with my usual gastrointestinal dysfunction, joint pain, and neuroinflammation, an insight hit me: That’s not crystal. That’s light.

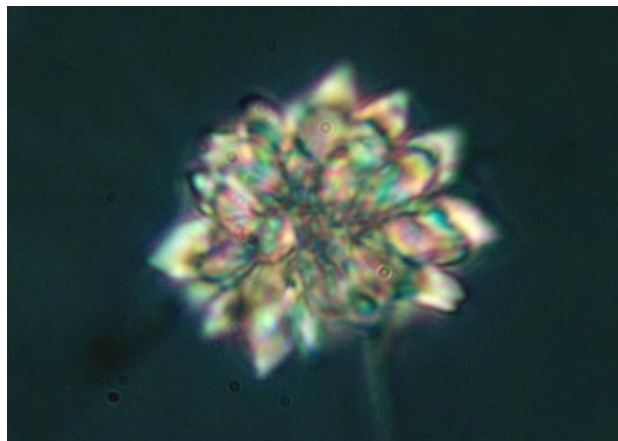


Fig.1 Oxalate crystal. Image: Facebook, Trying Low Oxalates

While I'd heard of the idea of a holographic universe, I didn't know much about it. My ignorance turned out to be an asset. When the Muse whispered in my ear one evening: *The speed of light is zero*, I didn't protest. On the contrary, I was intrigued. *The speed of light is zero!* I said into the tape recorder I keep under my pillow for just such occasions. *What else have you got?* The Muse, it turned out, had quite a lot.

What follows will be shocking to read. I myself was shocked by it. It challenges the way we have viewed ourselves for centuries—millennia—but it shines with hope for the future. I submitted it to a foundation peopled with leaders in the fields of theoretical physics and cognitive science. *We are interested in this*, they said, *But who are you? Are you a physicist by education? Do you have a masters or a doctorate?*

I have neither a masters nor a doctorate. Yet their response struck me as irrelevant and supercilious. They were the lion, I could see, who did not believe that anything of interest could come from the mouth of a mouse.

But the mouse will have her day.

3. Methods/Results

In these models, the intersection of an arrow of time with a sphere-membrane of light's speed results in a 2D hologram. Time and light are "co-emergent," each serving as the background against which the other is perceived.

When time slows down from the perspective of an observer (when the cloth is squeezed), light explodes/emerges—viz. the fourth state of matter experiment. (Another example? The gas giants to our right.) When time speeds up from the perspective of an observer (when the cloth is stretched), light implodes/emerges—viz. the double-slit experiment. (Another example? The rocky planets to our left). This would seem to suggest a specific mathematical baseline for the observer. I would like to propose that light qua light or light as light is the observer, and that light's speed relative to itself is zero.

If light is the medium from which time emerges, and time is the medium from which light emerges, what should we call the focal point of a universe? Let's call it *Now*.

We typically treat what we perceive as *Now* as the only moment in time that exists at any given moment in time. But there is evidence beyond Einstein's famous 1955 quip to suggest that *Now* is myriad and that past, present, and future co-exist. In 2011, Cornell psychologist Daryl Bem published "Feeling the Future: Experimental Evidence for Anomalous Retroactive Influences on Cognition and Affect"—an article that offered

statistical evidence for pre-cognition (Bem, 2011). If pre-cognition exists, the future already exists.

The premise here is simple: Though we experience each day individually, as “a day,” all the days occur simultaneously, nesting one within another like Russian dolls. Time has layered membranes or “branes,” like an onion.

Although you and I are experiencing today for the first time, today has always existed and will always exist. Because we possess free will, today varies a bit. But within a given universe or loop of time, it will have similarities with itself, because our free will is constrained by our “fate”: our simultaneous past, happening to our left; and our simultaneous future, happening to our right.

Physicist David Bohm spoke eloquently of the wholeness of quantum reality, famously suggesting that what we perceive as different fishes may in fact be the same fish, being viewed from different sides of the aquarium.

I believe Bohm was correct. For any given point in time, a corresponding point on the brane of time behind it will appear supersaturated (e.g. sun); and a corresponding point on the brane in front of it will appear dilated (e.g. moon). When looking forward in time, we see more than one outcome; when looking backward in time, we see fewer. One Wednesday sees >1 Fridays and <1 Mondays. We perceive time vis-à-vis ourselves.

Where the brain locates itself in time, therefore, could have significance for our health.

If I misgauge the Planck length as longer than it is, as if observing the 2D hologram from behind it, the plain light of day will appear supersaturated to me. In response, my brain may try to slow time down, perhaps with dopamine. Then I get caught in a loop. The more I slow time down, the more I misperceive the Planck length, so I slow time down again. Could this play a role in the core etiology of Parkinson’s?

If I misgauge the Planck length as shorter than it is, as if observing the hologram from in front of it, the plain light of day will appear dilated to me. In response, my brain may try to speed time up, perhaps with serotonin. Now, too, I get caught in a loop. The more I speed time up, the more I misperceive the Planck length, so I speed time up again. Might this play a role in the core etiology of Stephen Hawking’s and Lou Gehrig’s disease (ALS)?

Do you know what your brain sees? No. You don’t. You know only what your brain offers up to you. Cognitive scientist Donald Hoffman and his team have the maths to prove that we do not see veridically (truthfully) (Hoffman, 2019). To what extent is the Parkinsonian brain trying to stabilize the perception of a world that is spinning left→right? To what extent is the ALS brain trying to stabilize the perception of a world that is spinning right→left? We take what our eyes deliver to our brains as frank information, but I believe it is being filtered through a lens: the speed of light.

When it exists without an observer, light has no speed. It is only when it splits into light *plus an observer*—i.e. only when it is *emergent*—that light has speed, and its speed exists in relationship to that observer.

Emergence theory is not balls of matter in a sea of air. It's more like precipitates in solution. When I'm high density, my environment is *by definition* low density. But if I'm high density and my environment is low density ... that's an explosion! I need external tension to keep from flying apart. But angiotensin and aldosterone can cause me to retain sodium, which increases my density, so I get caught in a loop.

And when I'm low density, my environment is *by definition* high density. But if I'm low density and my environment is high density, that's an implosion! I can use anti diuretic hormone to provide internal pressure, but anti diuretic hormone, which makes me retain water, will lower my density—another loop (ME/CFS?).

When we don't keep pace with the speed of light—if we're toggling between Alpha and Omega either too quickly or too slowly—our mass-energy equivalence gets skewed toward matter. Under these conditions, instead of electricity and magnetism in the body, we get their material “precipitates”: copper and iron. When we precipitate out of solution (e.g. the rocky planets), it's a paradox: We are too cold because we are too fast. When we explode (e.g. the gas giants), it's also a paradox: We are too hot because we are too slow. When we die from frostbite, it is a kind of burning.

In these models, frostbite (to be so cold, time explodes) is the opposite of cancer (to be so hot, time implodes). When we have frostbite, time is too left-shifted toward Alpha. When we have cancer, time is too right-shifted toward Omega.

Adjusting pH is a two-pronged effort. We must maintain pH7. If I'm going to slow down methylation, if I'm going to generate less acid via metabolism, I had better be acidic. And if I'm going to speed up methylation, if I'm going to generate more acid via metabolism, I had better be alkaline.

If I am too alkaline (melatonin, ketamine, general anesthesia), I force time to speed up. And if I'm too acidic (dimethyltryptamine, LSD, psilocybin), I force time to slow down.

Because pH7 is life-critical, in a sense, I can only slow down if I'm already too fast. So what happens if I get caught in a loop where I keep using melatonin to speed time up in order to get to a brane from which I can slow down? Could that be involved in ME/CFS, Chronic Fatigue Syndrome?

And I can only speed up if I'm too slow already. So what happens if I get caught in a loop where I keep using dimethyltryptamine (DMT) to slow time down in order to get to a brane from which I can speed up? Could that be involved in ASD, Autism Spectrum Disorder?

Holographic universe: implications for human health

Acceleration (matter→light) takes place beneath the speed of light. Deceleration (energy→light) takes place above the speed of light. The “speed of light” is just a mirrored expression of light’s density and speed. It’s range, a “distance,” that pairs a degree of light’s density (to time’s right) with a degree of light’s speed (to time’s left).

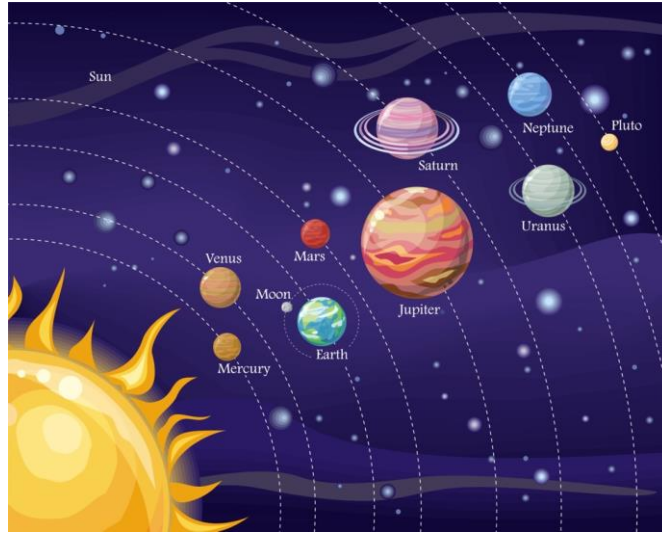


Fig.2 Solar system. Image: Vectorstock

So there’s Mars and the Moon; and Jupiter and Venus; and Saturn and Mercury. If light is going to have Mars’ degree of density, to the right of time, it has to have the Moon’s degree of speed, to the left. Light can be slower than itself, or faster than itself. But if it becomes slower than itself on one side of time, if it acquires mass, it simultaneously becomes faster than itself on the other. There’s a name for this mass-energy equivalence. It’s called special relativity.

Time—light’s circuit—isn’t static, like a painting, but rather oscillates, like a movie. It oscillates between paired (mirrored) iterations of light’s density and speed. Time oscillates, like a current, between Alpha and Omega. But Alpha and Omega can vary.

That’s a problem. That means I may be “obeying” special relativity—but doing so at the wrong scale. Weyl invariance (scale invariance, whereby the behavior of small pixels and large pixels is ordained to be the same) does not seem to apply to my biology. While it is non-applicable across the board, for me it is particularly false at the most fundamental level, when it comes to my blood, which trends toward macrocytic anemia, i.e. too many of my new red blood cells are “too large.” I have struggled with this since my 20s (Reynaud’s).

“Too large,” according to whom? Too large according to you, maybe. But not according to them, if they are viewing the expanding universe from slightly in the future. But if I (or any part of my biology) slips too far into the future via acceleration, my light will precipitate out of solution too swiftly (cancer).

To say that time oscillates is like saying the world is being made/unmade, and made/unmade, and made/unmade. The rate of this oscillation is paramount. When we oscillate too quickly, our sodium-calcium exchanger becomes overwhelmed, neurons die, and we cannot encode new memories. When we oscillate out of sync with time, we become skewed toward matter. You might say that our heart—in addition to everything else—hardens.

If our iron:manganese ratio is too high, we will oscillate too quickly. If iron:manganese is too high, we will perceive the bar that indicates when we should switch from acceleration→deceleration as higher than it is. The body reads high iron:manganese as high gravity:electricity, i.e. the collapsing force is greater than the exploding force. Centripetal > centrifugal. High iron:manganese may be implicated in ALS (Lou Gehrig’s disease), where Fe is capable of inserting itself in MnSOD.

Conversely, if our manganese:iron ratio is too high, we will oscillate too slowly. If manganese:iron is too high, we will perceive the bar that indicates when we should switch from acceleration→deceleration as lower than it is. The body reads high manganese:iron as high electricity:gravity, i.e. the exploding force is greater than the collapsing force. Centrifugal > centripetal. High manganese:iron may be implicated in Parkinson’s disease, where Mn is capable of inserting itself in FeSOD.

Glyphosate, contained in the chemical pesticide Round-Up, severely depletes manganese in plants. Glyphosate has been implicated in neuropathologies such as Autism, Alzheimer’s disease (AD), depression, anxiety syndrome, Parkinson’s disease (PD), and prion diseases (Samsel, Seneff, 2015).

To deplete manganese via Glyphosate while simultaneously increasing non-heme iron via “enriched” bread and pasta—a common practice in the U.S. since World War II—is exquisitely damaging to the body’s understanding of time, which in these models is the central pillar of health. I have not consumed a bite of food that is not organic for three years. I don’t like even to be in the same room with it.

Once we begin to precipitate out of solution too swiftly, the time distortion accrues. When we are too dense, we must continuously spin too fast: a metabolic vortex.

The same vortex can operate in reverse. When we are not dense enough, we must spin too slowly.

The two distortions mirror i.e. “observe” each other. On one side of the speed of light lens, light is imploding, precipitating out of solution. On the other side of the lens, it is exploding. We cannot see on both sides of the lens of time at once. In the rocky planets, we see the precipitate, not the [dark] energy that surrounds it. In the gas giants, we see the explosion, not the [dark] matter at its core.

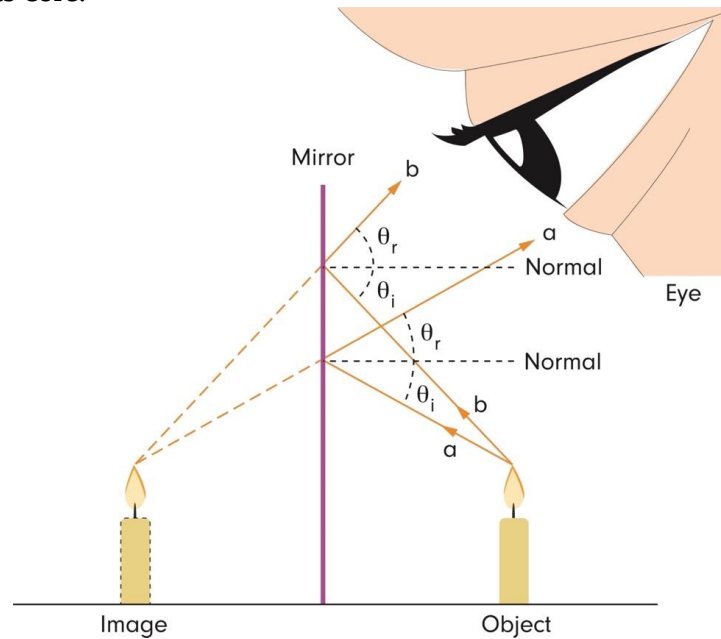


Fig.3 Finding the mirror by watching the reflected rays. Image: Shutterstock

I have observed the mechanics of time at work in my left ovary. My left ovary is experiencing time out of sync with the rest of my body. It forms multiple cysts simultaneously whose presence I can feel as painful twinges, similar to the sensations a woman sometimes feels at ovulation. My left ovary is exploding and collapsing faster than the rest of me.

Once the rate of expansion and contraction is out of sync with the rest of the body, outlier cells respond to their own resonance, effectively creating their own metronome. Cells are intelligent; like everything else in an emergent universe, they possess consciousness. When my ovary contracts in response to copper (the expanding background force), or expands in response to iron (the contracting background force), it is not misbehaving; it is doing what it is designed to do. It is simply that its circadian rhythm is off.

According to this paradigm, time's arrow is curved—a universe is a loop of time. The shorter the loop, the greater the degree of curvature of the speed of light lens.



Fig.4 Holographic Universe. Source: DeviantArt

Once some of the cells in my body begin to misunderstand the time signature—the length of time’s axis and the degree of curvature of the speed of light lens—it’s very difficult to get them back on track again. We can try to alter time. With radiation. With hypo-methylating agents. But it’s tricky, because the speeds of light and time are linked. If we slow down time with hypo-methylation, we speed up light. So, in a way, we’re back where we started. Would a tumor in my ovary be more “acidic” than the rest of me? No. I suspect it’d actually be more alkaline. What’s more acidic is its time signature.

When I had polycystic ovaries—when my ovaries’ understanding of circadian rhythm was off—I put melatonin in my abdominal skin cream to try to target the ovaries transdermally. It eased the pain immediately—but the relief didn’t last. When cells think time’s axis is longer than it is, they need more melatonin. But the presence of melatonin—produced by the pineal gland at sunset, when time’s axis is longest—will signal that time’s axis is long! With a system based on perception, it’s easy to get caught in a loop.

But if time is a singularity—i.e. is one cloth, of a piece, the “fabric” against which light is perceived—there should be universal rules. So why is there *matter* at the center of the atom, but *energy* at the center of the universe?

Because matter and energy are not things *per se* but rather are *states* that exist in relationship to an observer.

The light on the brane behind an observer will appear supersaturated (“sun,” Alpha). The light on the brane in front of an observer will appear dilated—smeared out over time (“moon,” Omega).

Holographic universe: implications for human health

The accelerating universe is not approaching the speed of light. It is becoming itself. Alpha and Omega co-convert.

At one end of time (Alpha), as the universe freezes to death, it heats. At the other end of time (Omega), as the universe heats to death, it freezes. Alpha and Omega are but the poles that delimit a brain's understanding of time—"a day." There is, fundamentally—in both the mathematical and the philosophical sense—only one day. In spiraling fashion, "a day" exists at larger and larger scales.

The scale increases, but the relationship remains the same. "Hot death" and "cold death" are approximately 70 times 360 plus 7 times 360 (27,729 days) apart. Though the *relationship* is constant, their *actual* position along the continuum of time shifts. From the "straight ahead" position (the eclipse), "hot death" and "cold death" will appear—indeed, will *be*—superimposed.

Check it out for yourself. Was there an [eclipse](#) on a certain date? [Add or subtract 27,729 days](#) (~76 years) and see if there was *also* an eclipse on that date (spoiler alert: there was).

In other words, there is only one Halley's Comet. What changes is the speed from which we view it.



Fig.5 Halley's Comet. 1910 (left): Wikimedia Commons; 1986 (right): Bob King

This is why we need such funny maths (e.g. leap years) to make our calendars work. We have been trying to flatten time. Is there an observer who can travel around the globe, arrive at the same spot, and have it be the same day? I have never met such a person. The essential shape of time may be that of a spiral—a spiral that has a fundamental length or "lifespan" of approximately 76 years.

Let us try to see from light's perspective. A single rotation—360 degrees—is not a year. A single rotation is a day. Once there have been 7 days, the new unit for a day becomes 360×7 , or 2520. After that, the new unit for a

Alethea Black

day becomes $360 \times 7 \times 7$, or 17640. And so on. The spiral of time widens until it can widen no further, then it contracts.

For the June 7, 1969 Alethea, today I will be born for the first time. But for the September 23, 2017 Alethea, today I will be born again—as I have been born again every day for the past 17640 days.

In a holographic universe, matter (moon), light (the observer), and energy (sun) are all emerging from light. What shifts is the scale. For the value of “sun,” we may insert Mars, Jupiter, Saturn; for the role of “moon,” we may insert the Moon, Venus, Mercury. Etc. We see as light sees; we see special relativity. When we find a solar system that “[matches](#)” our own, it is not coincidence. Reality is being rendered, friends. Time is both eternal and iterative. If today you run into Nick Bostrom, who first proposed a simulation argument back in 2003, please buy him a drink from me (Bostrom, 2003).

The Sloan Digital Sky Survey (SDSS) has aggregated spectra from over 800,000 galaxies. We have been treating these as images of space. Let’s try seeing them as images of time.

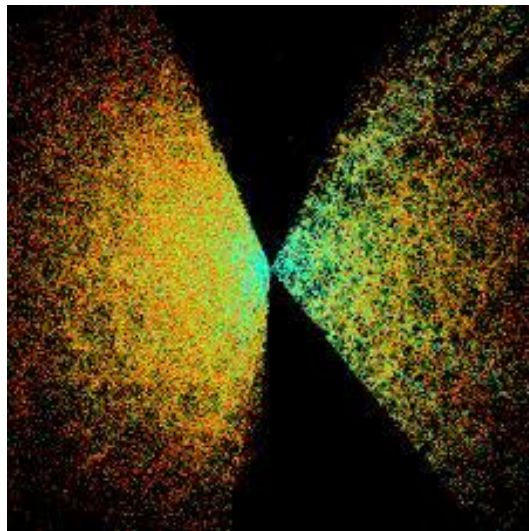


Fig.6 Left of time; right of time. Image: SDSS

Left of Now: When time collapses (“day,” when the cloth is squeezed), light explodes. *Right of Now:* When time explodes (“night,” when the cloth is stretched), light collapses. To understand where *Now* is, I must accurately gauge the Planck length. But there’s a catch: The same brain that’s responsible for *gauging* the Planck length is also responsible for *rendering* the Planck length, so it’s easy to get caught in a loop. And it’s inherently difficult. How can I accurately gauge length when either I or that which I am observing may be spinning?

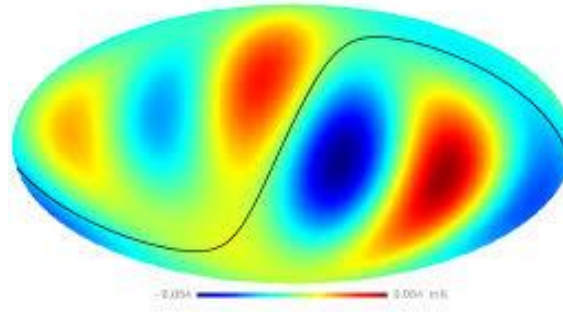


Fig.7 Large-angle anomalies in our Cosmic Microwave Background. Image: Craig J. Copi

An analysis of our Cosmic Microwave Background data by physicist Craig J. Copi reveals large-angle anomalies (Copi, 2010). These hot and cold regions appear to flip along the ecliptic (at the eclipse). How might we interpret this vis-à-vis this holographic model of the universe?

To the left of time, light “freezes” (dips below the speed of light) then accelerates. To the right of time, light “evaporates” (surpasses the speed of light) then decelerates. Like a pendulum. Before it can expand, it has to condense. Before it can condense, it has to expand. It operates around a “speed of light” axis. But ... the speed of light, according to whom? In this model, light’s speed is relative. Special relativity is the key to disease.

Why is the fundamental unit of time proposed here ~76 years (approximately 7×360 plus 70×360 or 27,720 days)? Because an arrow of time is both curved and straight. Time (spacetime) is curved. An arrow of time, as it is being drawn or executed, is both curving and collapsing. As it curves, light reaches a point where it has curved 180 degrees, like a rainbow. At 180 degrees, there emerges a shorter path for light to take—the straight line that connects the two “base points” of the rainbow. The eclipse.

At the eclipse, a new arrow of time emerges. Then this new arrow of time, which is shorter, begins curving and collapsing, until it, too, reaches 180 degrees—another eclipse—whereupon another shorter arrow of time emerges, and the pinwheeling process proceeds. The collapsing spirals of Fibonacci.

The collapsing spirals of Fibonacci, as evinced in the basal cell carcinoma on my shoulder, where some of my light, my cells—my DNA—is taking the shorter, “straight line” path of time.

What does the basal cell carcinoma on my shoulder look like? A sinkpit. A small vortex. An actual indentation, like a tiny tornado. You can almost see light spinning so fast that it’s spinning backward—imploding, precipitating out of solution (rocky planets). Instead, I need it to spin so slowly, it explodes (gas

giants). But if these cells could talk, what they might say is this: That's what we *are* doing, but our base point Alpha from which we are observing time is farther back than yours.

If my consciousness is viewing time from the left, these cells are viewing time from the right. If the rest of me is spinning left→right, these cells are spinning right→left. If the rest of my DNA is entering multiple universes as time moves forward, these cells are bringing multiple universes here.

The cancer is analogous to a local high-pressure system. A planet forming in the sea of me. But what can I do, other than try to have it removed? If I use vasodilating agents, like raw garlic extract or niacinamide, these rogue cells might use it to vasoconstrict. If I use hypo-methylating agents, to slow down time (methylation), that might work for a while. But there's a threshold—the speed of light—after which, to slow down is actually to speed up.

It's not that these cells can't dance. They're just dancing to a different beat.

According to this model, the Big Bang is an explosion that, like the Krebs cycle, runs both forward and backward. As it occurs (Big Bang), it is being reversed (Time). The forces of light and time hold each other together and apart; the universe explodes and collapses simultaneously; the centrifugal force opposes the centripetal force.

The Big Bang is always happening; it is eternal. The perception that it is happening progressively—the perception of time—is an illusion. It is an artifact of the act of observation.

The Big Bang is happening at the speed of light. But, the speed of light ... according to whom?

Once I pull back from a boundary—e.g. the speed of light—and observe it, my understanding of both its speed and my own speed is altered. In fact, it is nearly impossible to distinguish my own speed from the speed of my environment. Is my train moving, or did the train beside me just start to move? What's the difference between being on a *train* that's moving at the speed of light, and being on a train that's stationary on a *track* that's moving at the speed of light?

I cannot answer the question “Am I moving?” in a pure sense. I can only answer “Am I moving relative to X”—and even that, I have trouble with. When I look out the window of my train, I appear to be moving very fast vis-à-vis the trees right next to my window; only moderately fast vis-à-vis the trees in the middle distance; and vis-à-vis that point way out there, I seem to move not at all.

Light's speed is relative. And its relativity, I believe, is central to our health problems.

What I perceive as light could be light—true light, myself. Consciousness. Or it could be matter that is spinning at light's speed (expanding, left-hand

spin: beneath the lens). Or energy that is spinning at light's speed (condensing, right-hand spin: above the lens). Based on the information my eyes deliver to my brain, I cannot tell if Jenny is spinning or I am running circles around her.

And if Jenny spins at the same rate at which I run circles around her, is not our speed relative to each other zero?

If the universe expands by degrees, where each degree is another speed of light, akin to a speed of light membrane of an onion, the membrane behind an observer in time will read as "sun." But the membrane ahead of an observer in time—the future—cannot be read.

We cannot see the light of the black hole inside which we reside. We see only its 3-D shadow, "moon." The difference between "black hole" and "sun" is the location in time of the observer.

In other words, we can perceive the singularity behind us. But we cannot perceive the singularity in front of us. Because the light in front of us is not yet a singularity; it is exploding in many directions at once. To see it as a singularity, *we must be in front of it.*

Only when light is behind an observer is there consensus. To an observer in yesterday, today can be spent myriad different ways; it is many different outcomes, superimposed. But to an observer in tomorrow, today was spent only one way. From our perspective, light to the right of time—the future—exists in a state of quantum superposition with itself. It is many outcomes at once. It is a sphere of points equidistant from the Big Bang—"parallel universes." But we do not experience the sphere of all outcomes; we experience only one point on that sphere, to which we connect via our arrow of time.

We do not see all the futures that exist. We see only the future we become.

Once the future is behind us, it shifts from "many [worlds]" to "one." This is why we see the wave pattern collapse in the double-slit experiment. *Now* exists within a narrow range: between the square root of the speed of light (moon), and the speed of light squared (Mars). Or the cube root of the speed of light (Venus) and the speed of light cubed (Jupiter). Or the fourth root of speed of light (Mercury) and the speed of light⁴ (Saturn). The *actual* values for mass-energy equivalence vary; only their relationship remains the same.

We are blind to the future *as the future*; we see the future only when it becomes the past. It sounds simple, but the implications are vast. Whether an event exists in the past or the future depends upon one thing: the observer. If our brains are like living computers that "see" at the speed of light, we have been misperceiving our world. The character of the light we perceive is not a property of light, but of the observer.

In other words, as Plato intimated, we have been as prisoners watching shadows on a cave wall. Light as we know it is not necessarily true light, *light qua light*. It could be light that has traveled "to the moon and back"—*light qua*

matter qua light, or “sun.” Or light that has traveled “to the sun and back” (the “true” sun, i.e. a black hole)—*light qua energy qua light*, or “moon.” We see backward.

What’s more, we cannot know *what something is* and *how fast it is spinning* at the same time. Because how fast it is spinning is one way of rendering what it is.

In the same way that water could be rendered either by heating ice or cooling water vapor, I am suggesting that light can be rendered either by speeding up dark matter (sun) or cooling down dark energy (moon). The same speed, c , can be derived via multiplication or division.

So, if the Big Bang runs both forward and backward, is the universe exploding or collapsing? It all depends on from which direction it is being observed.

While inside time, we see through a glass darkly—partially. In sun, we see the speed, not the density it belies. Dark matter is the moon within the sun, like the black yin dot within the white yang swirl. In moon, we see the density, not the speed it belies. Dark energy is the [black hole] sun around the moon, like the black yin swirl around the white yang dot. While incarnate, our perception is limited. We cannot see around corners. For any given observer, a sphere is a dome.

The moment light bends—creating “matter” (fast light) above the speed of light lens, and “energy” (dense light) beneath it—scripture’s “twin domes”—an observer is born. But the moment light splits—goes from I AM, to I AM and the voice that hears it; goes from being superimposed with itself, to being itself plus an observer—there’s distortion. An observer creates perspective, and perspective is not absolute. Is it hot in here? It is to me, but it might not be to you.

If all of time is being rendered at once, our nervous systems may be designed to synchronize with the time signature of our environment. But is what I’m sensing in my environment *fast matter*, meaning I should slow down and speed up—or *slow energy*, meaning I should speed up and slow down? It can be hard to tell the difference, especially if matter and energy are the same thing, being viewed from opposite sides of the speed of light lens.

Cancer cells, when they “round up” in this video, may be reaching the speed of light squared, i.e. entering a new time signature. The speed of light squared is equivalent to two separate points on the same time sphere-membrane. Because both points render the same image, when we reach the speed of light squared, there is redundancy. Beneath the speed of light lens, there is achiral redundancy (images are identical). Above the speed of light lens, there is chiral redundancy (images are oriented left and right). Once images become chiral, they can no longer resolve to one. It is the equivalent of

two different time's arrows, like the two divergent arrows depicted below (right).

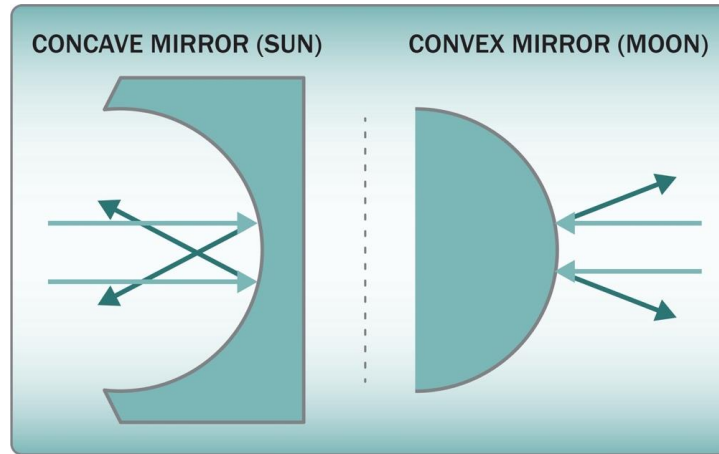


Fig.8 Concave (achiral) mirror; convex (chiral) mirror. Image: John Lunt

When we reach the speed of light squared during embryogenesis, we produce twins. When we reach the speed of light cubed, we produce triplets. Every observer constitutes a new universe.

4. Conclusion

In conclusion, this model asks whether the world we perceive with our senses is not static, like a painting; but rather oscillates, like a movie. If the world is being made/unmade, made/unmade, and made/unmade, the body, the cell—like the universe—has an anabolic and a catabolic rate. But we are better at pegging the rates of anabolism and catabolism to each other than we are at knowing what they are in an absolute sense—because there is no absolute sense. Time is relative.

Though we experience April 14, 2024 as *sui generis* and unique, April 14, 2024 is eternal. Though we experience ourselves as hair, nails, eyelashes, and skin—the whole magnificent body human that's inscribed and can be rendered by our DNA, our “code”—in truth, we are none of these things. We are not the lungs, but the breath. Not the brain, but the language. Not the lips, but the laughter. Not the heart, but the love.

In short, we are not the body. We are the consciousness. And so, too, is the world. At the moment the sun slips over the horizon and today starts, all the yesterdays start, and all the tomorrows start, simultaneously. Though still shocking—for now—the idea that time functions like a simulation is a serious one. In 2016, Bank of America alerted its clients there is a 20-50% likelihood.

Do you remember that hot July evening when we first heard the song “Nightswimming,” and I said Hey let’s go skinny-dipping in the moonlight, and we brought the bottle of wine down to the lake, and stood with the water up to our waists, with our palms barely skimming its glassy surface, and you said you felt maybe not *happy*, exactly, but a little less traumatized, and when I laughed, and hugged you, we both started to cry? That moment didn’t die. That moment is alive—we are just no longer in it. We are not the shell, the husk, the body. We are the consciousness. Somewhere out in the universe, we are always drunk and naked, slippery and endless, closing our eyes in the moonlight and trying to sing.

A life-long Judeo-Christian, as I worked on this hypothesis, religion suddenly came alive for me. Of course! “Matter” is not fundamental to the universe; consciousness is—the great I AM. We are all brothers and sisters—truly. Whereas, previously, I had taken the phrase “we are the light of the world” as a kind of metaphor, I started to look at it more literally. What if this whole thing—the visible universe—is happening at the speed of light?

If the visible universe (“the simulation”) is happening at the speed of light, core etiologies for cancer, Parkinson’s, ALS (Lou Gehrig’s disease), Autism Spectrum Disorder (ASD), and Chronic Fatigue Syndrome (ME/CFS) can be derived from the way the body relates to time. If the visible universe is taking place at the speed of light, treating cancer by operating on a tumor would be like trying to fix a broken movie by operating on the screen.

But ... I thought nothing could travel at the speed of light!

Matter can only travel at the speed of light if it is not, at base, matter. At the heart of this hypothesis is the idea of eternal emergence: matter is emerging from energy is emerging from matter is emerging from energy. The universe is self-simulating (Irwin et al., 2020) Like a pendulum, we swing from one end of the Big Bang—Alpha—to the other, until the end of time. At the “end of time”—Omega—the world doesn’t end. It merely pivots toward Alpha again. The Big Bang doesn’t happen and then end. The Big Bang is eternal. We are the Big Bang.

We have been treating the medium against which we make our calculations as space. Let’s try looking, instead, at the medium of time, and see if we can make some advancements in our understanding of physics and human health.

Acknowledgements

I’d like to acknowledge the free thinkers who seek answers in spite of great obstacles and who often feel isolated and alone. You are not alone. I owe a particular debt of gratitude to all those persons who, throughout history, have sought to better understand the body human, including those who endeavored

to study their own pain. One iconic example is Leonard Lowe, whose decades-long struggle with *encephalitis lethargica* was documented by Oliver Sacks in his 1973 memoir, *Awakenings*. In the 1990 movie of the same name, a fictional Sacks (played by Robin Williams) is filming Lowe's tremors. There comes a point in the film when he wants to turn the camera off, but Lowe (played by Robert de Niro) won't let him. "Watch watch watch watch watch watch watch," Lowe implores, barely able to speak. "Learn learn learn learn learn. Learn from me."

We watched, Leonard. We listened. And we learned. Though our hearts broke and our eyes burned. We kept the camera rolling. We did not look away. Although it is my name on this paper, this learning has been achieved collectively.

Abbreviations

ALS	Amyotrophic lateral sclerosis
ASD	Autism Spectrum Disorder
CMB	Cosmic Microwave Background
DMT	Dimethyltryptamine
ME/CFS	Myalgic encephalomyelitis/Chronic Fatigue Syndrome
LSD	Lysergic acid diethylamide
SDSS	Sloan Digital Sky Survey
TED	Technology, Entertainment, Design

References

- [1] Hoffman, D.D. The origin of time in conscious agents. *Cosmology* 2014; 18, 494-520. <http://cogsci.uci.edu/~ddhoff/HoffmanTime.pdf>
- [2] Lotto, B. *Deviate: The Science of Seeing Differently*. Hachette Books, 2017.
- [3] Seth, Anil K. *Your brain hallucinates your conscious reality*. TED, 2017.
- [4] Aspect, A. & Grangier, P. Experiments on EPR type correlations with pairs of visible photons in Penrose, R. & Isham, C.J., *Quantum Concepts in Space & Time*, Oxford University Press, 1986.
- [5] Bem D. J. (2011). Feeling the future: experimental evidence for anomalous retroactive influences on cognition and affect. *Journal of personality and social psychology*, 100(3), 407–425. <https://doi.org/10.1037/a0021524>

- [6] Hoffman, D.D. (2019). *The case against reality: how evolution hid the truth from our eyes*. [S.l.]: Allen Lane. ISBN 978-0241262627
- [7] Samsel, A., & Seneff, S. (2015). Glyphosate, pathways to modern diseases III: Manganese, neurological diseases, and associated pathologies. *Surgical neurology international*, 6, 45. <https://doi.org/10.4103/2152-7806.153876>
- [8] Bostrom, N. (2003). Are you living in a computer simulation?, *Philosophical Quarterly*, Vol. 53, No. 211, pp. 243-255 <https://doi.org/10.1111/1467-9213.00309>
- [9] Copi, C.J., Huterer, D., Schwarz, D.J., & Starkman, G.D. (2010). Large-Angle Anomalies in the CMB. *Advances in Astronomy*, 2010, 847541. <https://doi.org/10.1155/2010/847541>
- [10] Irwin, K., Amaral, M., Chester, D. The Self-Simulation Hypothesis Interpretation of Quantum Mechanics. *Entropy*. 2020; 22(2):247. <https://doi.org/10.3390/e22020247>

Consciousness, time and science epistemology: an existentialist approach

Jorge Julián Sánchez Martínez*

Abstract

In this work, the author presents an updated state-of-the-art study about the fundamental concept of time, integrating approaches coming from all branches of human cognitive disciplines. The author points out that there is a rational relation for the nature of time (*arché*) coming from human disciplines and scientific ones, thus proposing an overall vision of it for the first time. Implications of this proposal are shown providing an existentialist approach to the meaning of “time” concept.

Keywords: Time, Science, Consciousness, Existentialism, Metaphysics[†].

*EX PRAETERITO, PRAESENS PRUDENTER AGIT, NE FUTURA ACTIONE
DETURPET*

Tiziano (1565 approx.)

* *ACESyD, S.L.*, CEO. C/Maestro Clavé 1, pta. 6. 46001 Valencia (Spain). E-mail address: jsanchez@acesyd.com.

[†] Received: 2021-07-23; Accepted: 2021-12-15; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.630.
©Sanchez-Martinez. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1. Introduction

Time, so close and prolifically used, but at the same time so diffuse for humanity its ultimate nature. Already in the fifth century, “Agustín de Hipona” expressed his feeling about the real knowledge of the nature of time in the following sentence, which remains still valid generically:

"What's time? If no one asks me, I know indeed. If I wanted to explain it to someone asking me, I feel myself unable"

(Confessions)

The concept of time is highly important in all human cognitive disciplines, is very intricate as it involves a series of facets, each of them demanding a particular special multidisciplinary analysis. Already from the beginning of our intellectual cognitive scheme (VI century BC), time appears as the "judge" of the events in Nature. Anaximander tells us, according to the few direct testimonies of his work, something like:

"The principle (arjè) of all things is the indeterminate (ápeiron). Now, where a genesis for things happens, also destruction accomplishes, according to necessity; indeed, they pay the blame to each other and the reparation of injustice, according to the order of time" [1].



Allegory of time, by Tiziano (1490-1576). London National Gallery (cf. Wikipedia)

In fact, we could affirm that since the beginning of our structural system of scientific knowledge time appears in the concept later developed and systematized by Leibniz as an expression of cause-effect relationships, where this parameter plays a fundamental role in the explanation of nature. Already in the XIX-XX century with the advent of Relativity this relation of order in principle consistent with the human feeling is broken by Einstein's definition of time as "imaginary" magnitude, basically to make

mathematically consistent his novel concept of space-time with Riemannian geometries, according to Minkowski introduction of the mathematical framework for Relativity in his famous 1908 Cologne lecture[‡] on “space time” [2]. This is the beginning of a major cognitive misunderstanding in the human knowledge system with respect to time. All the XXth century and first quarter of XXIst this incomprehension has predominated the fruitless multidisciplinary dialogues about nature of time. As an example, P.Yourgrau supports Gödel's thesis of the inconsistency between the human feeling of the temporal flow and the epistemological definition of Einstein's Relativity [3], thus suggesting the disappearance of time as a cognitive entity. A statement certainly meaningless, but showing the degree of bewilderment in this matter of "imaginary" time introduced by Relativity.

In Epistemology of Physics, the problem of time is a conceptual conflict between “general relativity” and “quantum mechanics” theories. In the last, flow of time is regarded as universal and absolute, whereas general relativity regards the flow of time as malleable and relative [4]. This problem raises the question of what time really is in a physical sense and whether it is truly a real, distinct phenomenon. It also involves the related question of why time seems to flow in a single direction [5], [6], [7]. Though, it is recognized for macroscopic systems the directionality of time is directly linked to “first principles” such as the Second law of Thermodynamics, thus Universe concerned [8]. This is the so called “Thermal time hypothesis”.

Very recently, the author of this paper proposes a topological definition of time making naturally a one-to-one map between the mathematical ontology of time and human feeling of time [9]. What is more, he shows mathematically the univoque correspondence between “Time of relativity”, “human feeling of time” and “ontology of time”. Thus, the misunderstanding between Science and other cognitive disciplines for this fundamental parameter is almost over.

The objective of the following sections is to present an existentialist approach to time essence, after clearly established the mathematical nature of it in my previous work. This approach is possible once the above definition of its ontology is integrated with the other characteristics identified to complete the overall description of “time”.

2. Time idea through time: a brief[§]

Roughly speaking, we could say time is one of the dimensions of the “spatio temporale” reference system human beings use to describe reality: the dimension allowing us a comprehension of the dynamics of things. In a static world, time is a superfluous

[‡] “Henceforth space by itself, and time by itself, are doomed to fade away into mere shadows, and only a kind of union of the two will preserve an independent reality. . .”

[§] For a detailed and multidisciplinary exposition on the item, [12]. Our aim here is a basic historical introduction to the problematic of the misunderstanding in XXth century concerning “time definition” recently solved by J.J. Sánchez in [13].

concept. We introduce time into our conceptual apparatus to be able to talk about changes and movements. By the way, it's also worth pointing out that time is also meaningless in an eternity framework.

As stated before, Ionic school, with Anaximander (VI BC), provides a first somewhat poetic identification for the meaning of "time": the "judge" who imposes order on natural events.

Aristotle (IV BC) begins his analysis of time by noting that there is no time without movement, without any one-to-one identification between them. Time is an aspect, a dimension of movement; enabling us to order events (according to the "before" and "after") within the movement, [14]. If time is the measure of motion, motion is in turn (for example, in clocks) the measure of time. In fact, time and movement measure each other. Newton (1642–1727) basically agrees with this hypothesis, developing the concept of "absolute time" splitting, thus differentiating, the nature of time from the measurement of it. (*Principia Mathematica*, Escolio 1st). For Kant (1744–1804), following Newton's arguments, time and space are homogeneous. But above all they are conditions "*a priori*" for all our experience and knowledge.

On the other hand, Leibniz (1646-1716) was the one introducing the idea of "order" related to the notion of time. Concerning this first appearance of the concept of causality in relation to time, the German mathematician and philosopher wrote: "I have pointed out many times that I consider space, as well as time, as something purely relative: space describes the order of existence, and time describes the order of a sequence". In other words, "space" from the point of view of possibility describes the order of things existing simultaneously. Thus, Leibniz considered space and time in association with the changes of material objects, being time the framework for causality and space the framework for simultaneity. This last concept supposed to be absolute..... for time being. We'll come back to this. Just remarking at this point that this idea of complete order "in time" is the way for a first mathematical topological assessment of

time: Leibniz associated this order in time with the Real Line, which mathematically has a total order.

XIXth century, as a conceptual prologue to the development of modern physics, pushes the XXth to a disruptive and -in principle- tragic leap in relation to the temporal concept. Indeed, the appearance of Einstein's theories and their mathematical framework as Minkowski spaces has conceptually three major effects:

- 1 Disappearance of absolute simultaneity. "Absolute motion" concept is already rid away, at the beginning of the scientific method age (Galilean dynamics transformations related to cinematics).
- 2 Space-time interrelated (Lorentz-Einstein-Poincaré transformations).

3 Postulation of nature of time magnitude as "imaginary number", which brings as an immediate consequence -by mathematical properties of this number- the disappearance of the total order relations inside this mathematical set: origin of the cognitive disagreement between cognitive disciplines in relation to the meaning of time, due to ignorance of the basic algebraical properties of "imaginary numbers" for non-mathematicians.

A relevant aspect that arises additionally in the XXth century is the development of the justification of the irreversible temporal arrow as a consequence of the Second Fundamental Principle of Thermodynamics, established and justified by Reichenbach [15]. Without going into deep detail, to my view, the fundamental contribution of this great work is the reasoned justification of the irreversibility of time due to fundamental laws of maximum entropy, explicitly pointing out the

difference between mathematical process description and its observational real feasibility, thus excluding mechanical considerations in any justification of temporal orientability.

Paraphrasing Reichenbach "For whatever process observed, a reverse mathematical description is always possible, but an inverse process may be unfeasible". In this way, it is worth saying that from the microscopical point of view (*statistical mechanics*), time definition coming from the non commutativity of the quantum microscopical states possible for a given macroscopic configuration provides identical result for macroscopic entropy-based time definition initially proposed by Carnot and Boltzmann from the late XIXth century. This is the thermodynamic approach to irreversibility of time.

Connes et al. [16] showed that elemental quantum transitions in particles forming a macroscopic state induce a natural self-order among them. Thus, coming from the non commutative mathematical characteristics of their quantum description, a natural flux of time naturally appears. The mathematical foundation detail is out of scope of this article, just pointing out it comes from "Tomita-Takesaki theorem" application in the "Von Neumann noncommutative algebra" set of the physical variables in a system [17]. In other words, this contribution shows that physical time has a thermodynamical origin (thermal state of the system), thus firmly demonstrating the irreversibility feature for the time-flow due to quantum considerations in the microscopic possible states for a certain macroscopic system.

Finally, C. Rovelli shows us in [18] the rational, and therefore objective, properties that completely determine the nature of time:

- 1 Concept of simultaneity is not absolute; at most, it has local validity.
- 2 Flow of time is asymmetrical for thermodynamic reasons: Reality runs from the past (determined) to the future (indeterminate) through the "now".

3 Measurement of evolution of time is relative, being the relation of the measurement between two different observers provided by the so called “Lorentz-Einstein-Poincaré transformations”.

4 Quantum features previously pointed out have an immediate additional consequence intrinsic to the nature of the theory: time does not run continuously, but at discrete intervals whose magnitude is within the order of the so-called “*Planck time*”.

5 The same author acknowledges that the similarity between the subjective time of human experience and the objective nature of the characteristics of time indicated remains unresolved. Recently, the author of this work identified and proposed a rational definition of the nature of time [13], establishing the relationship between both cognitive levels –the scientific and the empirical from human experience; thus proposing to culminate the human misunderstanding in relation to time definition. Let's proceed to summarize the proposal and add some self comments below.

3. The conceptual unification for the rational definition of time as a mathematical manifold parameterized by the subjective human experience of time flow

This author –in a former work about the subject [9] - using a topological construction has initially proposed the following definition for the nature of time (or essence):

“Ontology of magnitude of time is represented as a 1-dimensional manifold (with boundary) in the $\mathbb{R}^2$ plane (or equivalent $\mathbb{C}$ body set), oriented and embedded with respect to natural human parameterization”.

Briefing his argument developed, the key points justifying the definition rely on:

1 Distinguish between nature of time and natural parameterization of it as a mathematical -object-curve- due to human feeling of time flow, thus ordering completely the parameter set. Within this parameter set, mathematically named as covering space, measurements of time flow (or increments of time) occur.

2 Compactification of the above covering space using Alexandroff Theorem [19] and subsequent identification of the quotient topological space under the following equivalence relation: "nothing can be said of either at the beginning of Universe or at the end".

3 Identification of the equivalence class set induced by the above equivalence relation and proposal of one canonical element, as S^1 variety. Formally, one can point out the consistency with the fundamental topological *theorem of classification for 1-d manifolds* [20].

$$S^1(s): I \rightarrow \exp\left(i \frac{2\pi}{a} s\right) \subset \mathbb{C}, I \subset \mathbb{R}, \text{interval } [0, a)$$

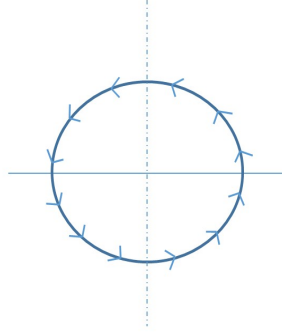


Fig.1: $\text{Im}(S^1) \subset \mathbb{C}$ geometrical representation, as defined as 1-d oriented variety.

The author points out that this definition is not equivalent as the cyclic S^1 circumference. One topological argument -not unique- behind: covering space of circumference is the $\mathbb{R}$, while covering space for the “time manifold” proposed is $[0, a)$ in the quotient topology described. This difference has induced major misunderstandings in science. As an example, and without pretending to be exhaustive, Nielsen et al. [8] had already rejected 1-d manifold as definition of time confusing the manifold with circumference. In addition, the authors show a mathematical inconsistency in the arguments provided by its definition of time as the whole set $\mathbb{R}$ defined as $(-\infty, 0) \cup [0, \infty)$. Topologically, this argumentation is redundant since once established an oriented parameterization the above indicated subsets are equivalent. We agree in their second conclusion about Second Law of Thermodynamics with a more simple (and realistic) argument: the natural feeling for humans of flow time justifying the “Thermal time hypothesis”. Thus, we demonstrate time and its flow is unique (up to homeomorphisms); in consequence, their allusion about the lack of anthropic principle in Cosmology is unfounded.

Main implications and consequences achieved and derived from the time definition are:

1 Consistent with all cosmological theories where there is a final for the Universe either in a finite or infinite steps. In any case, there is a mathematical equivalence of time as a physical fundamental magnitude under an identified quotient metric space, subset of the topological space $(\mathbb{C}, T_u)$, where “ T_u ” is the Euclidean typical topology induced by Euclidean distances. Being $\mathbb{C}$ isomorphic to $\mathbb{R}^2$ as Euclidean metric spaces. It is worth pointing out that even Conformal Cyclic Cosmology approach is compatible with this time definition [21],[22],[23].

2 The definition is unequivocally unique, taken into account the equivalency between the identified homeomorphisms, and the subsequence quotient space identified. The canonical element of this second quotient space identified provides us with the mathematical model of the magnitude "time" valid for all epistemological approaches in Science in general. And what is more, it proposes the formal relationship between the human feeling of ordered time-flow and its objective (thus, scientific) essence. Topologically, supported by the *theorem of classification for 1-d manifolds*.

3 The thermal time hypothesis is supported by the human feeling of flow time parametrization, thus completely ordering events in the covering space set of parameterization of "time curve" (the interval $I \subset \mathbb{R}$). In principle, there is no a preferred sense for time flow but thermodynamics considerations briefed by C. Rovelli indicates that once the sense chosen, this is irreversible [16], [18].

4. Time and consciousness: the existentialist cause-effect relation

Our purpose here to assess the question why, how and when our human feeling of flow time runs parallel to 2nd Law of Thermodynamics (increased Entropy, $\Delta S > 0$). Rovelli [18] briefs a deep analysis about this, establishing a consistent link between neuroscience and thermodynamics to propose a consistent answer: human feeling time is a consequence of our perception of existence, through the foundation of our self identity. Three steps for this:

1 Identification of our being with a point of view about the world, from the individual interpretation –perception- of the information collected in its interaction with "what exists". To this author's opinion, not restricted to purely empirical experiences.

2 Classification of our aforementioned perception into disjoint classes of entities physiologically reflected in dynamic and flexible neural network models [24]. According to this, our "concepts" could be formally expressed as a neural "steady-state" fixed point induced by recurrent structures resulting from the information processing.

3 The memory: matching perception with the above stored "concepts", we can extrapolate potential events arriving with our experience, thus providing a series of possible scenarios allowing us to prepare our behavior for the best adaptation of our being. Two immediate consequences:

a) Flow time appears as a consequence of the extrapolation: a monotone and continuous link from the present to the future thanks to my past experience for my optimal adaptation to the environment based on individual decision-making. It is straightforward to conclude this complete ordered set is aligned with Entropy Law, since in future always $\Delta S > 0$.

b) Existence as a final result of a continuous process: self identification/information assessment and classification/ evolutive decision making process.

For details about dynamics -non linear- of neural networks and memory processes in brain as an evolutionary capability of human beings [25], [26].

Summarizing, the topological nature of time is completed by an existentialist relation with a self-determination of our identity process, providing the parameterization of the recover space of the “time manifold”: the flow time. Mathematically, in S^1 there is no *a priori* preference for the sense of the loop, but once formally established, it remains, by the above considerations.

5. Epistemological implications in Cosmology: towards a revision of the space-time manifold for Universe?

The above definition of nature of time leads us to check implications in mathematical structure of Cosmos as 4d manifold: the so called “space time” from Einstein’s Relativity. Effectively, from Hawking and Ellis [27], and even a little before Penrose [21], [22], [28], it is generally accepted that the Universe is defined mathematically as a 4d manifold, with a Lorentzian metric and an “associated affine connection”. Starting from here, Let’s take into account the algebraic axiom – the so called “classification axiom”- to define a class or set, as a collection of mathematical objects satisfying: “a” belongs to the class $\{x:F(x)\}$ if and only if $F(a)$ is true and besides, a is a set”, accordingly to Von Neumann–Bernays–Gödel set theory (NBG). It is straightforward that both “space”-like objects and “time”-like ones -the ones coming from the proposed manifold- form the class (or set) “Universe”. To check the consistency of the argument, it is straightforward to see that the rest of axioms of N-B-G theory for class/set theory are fulfilled [29].

At this point, it is worth a comment on one of the most famous configuration models from Universe: “the “Gödel universe” [30], exact solution of the Hilbert-Einstein field equations for gravity. It defines two subspaces of the way: $\{x,t,y\}$ and $\{z\}$. The metric of the solution is given in the form

$$ds^2 = dt^2 + dx^2 - \frac{1}{2} \exp(2\sqrt{2}\omega x) dy^2 + dz^2 - 2 \exp(\sqrt{2}\omega x) dt dx$$

where $\omega > 0$ is a constant related to the Einstein’s cosmological constant Λ .

That metric is directly the sum of 2 transitive actions on its manifold: first action in (t, x, y) and the second in the z -coordinate. Thus, presenting temporal vortices leading to time closed-loops that physically (for thermodynamics considerations) are meaningless, as he immediately recognized, but from more formal topological arguments. Even tough, this author points out taking also into account NBG axiomatic for sets, Gödel’s sets identified as $\{t,x,y\}$ and $\{z\}$ are inconsistent. Effectively, if “time” is considered as a mathematical object satisfying a certain definition, be $F(t)$, the $\{x,y,z\}$ must belong to a

different set, whose $F\{x,y,z\}$ is a different predicate defining another disjoint primitive concept. The question then arising is to formally identify the consistent topology of Space time manifold as union of “time set” and “space set” using the IV axiom of NBG theory, having identified the topology of “time set”. This author’s proposal relies on the space product topology with the conditions provided for the Lorentz-Einstein Poincaré relations, semiorthogonal group $O(3,1)$, for Restricted Relativity between different observers. Be $A \in O(3,1)$, a certain automorphism between two reference systems for Universe manifold M , moving relatively at a uniform speed u .

According to Relativity, the metrics associated to each reference system is invariant under the action of A :

$$ds^2 = g_{ij}dx^i dx^j \quad i,j = 1, \dots, 4.$$

The above invariance provides a metrics dependence between both sets (-space and time-) for a certain observer; once these metrics are identified for each set, the related metric topology follows immediately, as the product of each topological (sub)space. So, formally we are in a position to conjecture that topologically space-time manifold, let $\mathcal{M}$, can be expressed as:

$$\mathcal{M} \sim (Y, T_d) \times S^1.$$

Being (Y, T_d) the topological set for “space set”, induced by the metrics chosen in the set. S^1 is the canonical element for the oriented 1d manifold defining “nature of time” proposed in this work.

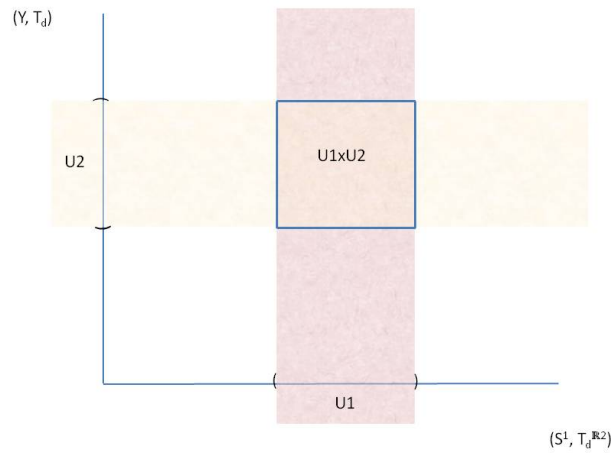


Fig.2: Conceptual schema showing the topological construction of topology proposed of “space time” 4 d manifold as a product space. U_1, U_2 are open sets in the respective original topological spaces.

An additional hypothesis can be added: if (Y, T) is simply connected and compact, Perelman in 2002 [31] demonstrated the Poincaré's conjecture, thus allowing us to propose the following conjecture:

$$\mathcal{M} \sim S^3 \times S^1, \text{ being unique (up to isomorphisms).}$$

The mathematical expression of Universe is unique. Thus, conception of Universe is unique.

The 3-sphere, S^3 , centered on the origin and with radius 1 is called 3-unit sphere or 3-sphere unit. It can be described as a subset of $\mathbb{R}^4$ as expressed above, or $\mathbb{C}^2$, or $\mathbb{H}$ (quaternion) [32]**.

$$S^3 = \{q \in \mathbb{H}, ||q|| = 1\}$$

Quaternions are generally represented in the form:

$$q = a + be_1 + ce_2 + de_3$$

Where "a", "b", "c", and "d" are real numbers, and e_1, e_2, e_3 are the fundamental *quaternion units*.

* (multiplication)	1	e_1	e_2	e_3
1	1	e_1	e_2	e_3
e_1	e_1	-1	e_3	$-e_2$
e_2	e_2	$-e_3$	-1	e_1
e_3	e_3	e_2	$-e_1$	-1

Table 1: CALEY's table for quaternion base elements for multiplication, showing the non commutative characteristic

The 3-sphere is the simplest mathematical space belonging topologically to the so called family "homological spheres". J.P.Lamiet has claimed in [33] that 2003-2006 WMAP data for the cosmic microwave background radiation reveals that the shape of the Universe may geometrically fit with sets belonging to these "spheres

** In this paper, the quaternion is inserted as an hypothesis. Here, our contribution shows that quaternion is the natural way to describe mathematically physical Universe as the simplest homological sphere, as a 3d manifold.

topological families”. Further study is in progress to assess implications of this affirmation, including geometrical assessments about finite intrinsic positively curved sets in this type of 3-d manifolds.

Summarizing, our definition of nature of time leads to an unique mathematical conception of Cosmos (up to isomorphism) whose manifold can be computed and viewed globally, as opposed to most of approximations in this topic are developed up to now [34].

6. Conclusions

This work has shown a mathematical assessment, by topological analysis, of the ontological definition of the fundamental magnitude of time justifying an existentialist source of it. Some implications in Science epistemology also provided:

1 The idea of time is a subjective idea; thus a consequence related to the awareness of our existence. Without this awareness, the Universe is, as Rovelli affirms, a succession of events. The surprising thing in Science Epistemology is capable to objectivize such subjective perception through measurement, which can be performed without preferring any reference system –Relativity- and all these measures are related by the Lorentz-Einstein-Poincaré transformations.

2 Measurement of time-flow is naturally done in the topological universal recovering space $\mathbb{R}$, different to the topological space S^1 , the nature of time. This confusion between recovering set and nature of time itself has been the major misunderstanding in time concept definition throughout the past XXth century,

3 since the appearance of Einstein’s theories (Relativity), and now clarified by this author’s contributions. Direct consequence of this definition is irreversibility of time and no “time travels” possible.

4 The flow of time has an intrinsic arrow running parallel to the fundamental law of Thermodynamics of increased entropy justified by neuronal networks dynamics in our brain (memory). This could be a complementary description from science of Heidegger existentialist theories about “Dasein” and human existence description.

5 As a final consequence, Universe mathematical description as a 4d manifold is conjecturized, offering an unique possible Universe set: no time travels nor multi universe concepts consistent with this existentialist approach to time definition is evidenced.

Acknowledgements

The author would like to acknowledge Mrs. Silvia Peña for fruitful and retroactive analysis and discussions. Also, to Pascale Youinou for her in-depth reviews and comments.

References

- [1] Rovelli, C. (2009) *Anaximandre de Milete ou la naissance de la pensée scientifique*. Paris: Dunond, 53. (Own translation).
- [2] Pais, A. (1982) *Subtle is the Lord. . . : The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 152.
- [3] Yourgrau, P. *Un mundo sin tiempo. El legado olvidado de Gödel y Einstein*. Spanish Traduction by Alfonso, Ramón de las Heras. (2007) Barcelona: Ed. Tusquets.
- [4] Hilgevoord, J. (2005) *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, **36**, 29.
- [5] Hawking, S. Hertog, T. and Reall, H. (2000) *Physical Review D* **62**, 4.
- [6] Jack, Ng Y. Christiansen, W A. and van Dam, H. (2003) *The Astrophysical Journal Letters (The American Astronomical Society)*, 591.
- [7] Borde. Arvind. Guth. Alan, H. and Vilenkin, A. (2003) *Physical Review Letters* **90**, 151301.
- [8] Nielsen, H B. and Ninomiya, M. (2007). *Prog.Theor.Phys.* **116**, 851.
- [9] Schwabl, F. (1992) *Quantum Mechanics*. Berlin :Springer Verlag, 37.
- [10] Wangness, R.K. (1991) *Electromagnetic Fields*. N.York: John Wiley & Sons, 577.
- [11] Pauli, W. (1933) *Handbuch der Physik*, **24**, 83.
- [12] Albeverio, S. Blanchard, P. (2014) *Direction of time*. Switzterland: Springer International Publishing, 137-155. Also, van Fraasen, B C. (1970) *An introduction to the philosophy of space and time*. N.York: Random House, Inc.
- [13] Sánchez, J.J. (2020) *A mathematical assessment on the ontology of time*. Science and Philosophy **8** (2), 91-104.
- [14] Aristotle, *Physica. Libro IV*. Madrid: Ed. Aguilar (1964).
- [15] Reichenbach, H. (1956) *The Direction of Time*. Berkeley : University of California Press.
- [16] Connes, A. and Rovelli, C. (1994) *Class.Quant.Grav.* **11**, 2899.
- [17] Takesaki, M. (1970) *Tomita's theory of modular Hilbert algebras and its applications*. Berlin-Heidelberg-N. York: Springer-Verlag, 4-19.

- [18] Rovelli, C. (2017) *L'ordine del tempo*. Milán: Adelphi Edizioni. Spanish translation by Mena, F.J.M. (2018) Barcelona: Ad. Anagrama, 105-108.
- [19] Willard, S. (1970) *General Topology*. Mineola, N.York: Ed. Dover Public., Inc. 222-236.
- [20] Lee, J.M. (2011) *Introduction to topological manifolds*. 2nd ed. N.York Dordrecht Heidelberg London: Springer. 143-146.
- [21] Penrose, R. (2007) Edimburgh: *Procc. of EPAC 2006*. Special contribution.
- [22] Gurzadyan, V.G. and Penrose, R. (2013) *Eur.Phys.J. Plus* **128**, 22.
- [23] Tod, P. (2015) *The equations of Conformal Cyclic Cosmology*. Arxiv:1309.7248v2.
- [24] Mante, V. Sussillo, V. Shenoy, K.V. Newsome, W.T. (2013) *Nature* **503**, 78-84.
- [25] Buonomano, D. (2017) *Your brain is a time machine. The Neuroscience and Physics of Time*. N. York: Norton.
- [26] Izhikevich, E.M. (2007) *Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting*. Cambridge, Massachussets: MIT Press.
- [27] Hawking, S.W., and Ellis, G.F.R. (1973) *The large scale Structure of the Space-Time*. Cambridge monographs on mathematical Pysics. Cambridge Univ. Press.
- [28] Penrose (1965) *Physical Review Letters* **14** (3), 57-59.
- [29] Bourbaki, N. (2004) *Theory of sets*. Berlin Heidelberg N. York: Springer-Verlag, 65-121.
- [30] Godel, K. (1949) *Rev. Mod. Phys.* **21**, 447-450.
- [31] Perelman, G. (2002) arXiv:math/0211159v1.
- [32] Jack, P.M. (2003) arXiv:math-ph/0307038v1.
- [33] Luminet, J.P. (2008) arXiv:astr-ph/0802.2236v1
- [34] As a recent example, showing a good historical review in Relativity: Trautman, A. (2006) *Encyclopedia of Mathematical Physics*. Oxford: Elsevier **2**, 189-195.

Christianity & science in harmony?

Robert W.P. Luk*

Abstract

A worldview that does not involve religion or science seems to be incomplete. However, a worldview that includes both religion and science may arouse concern of incompatibility. This paper looks at the particular religion, Christianity, and proceeds to develop a worldview in which Christianity and science are compatible with each other. The worldview may make use of some ideas of Christianity and may involve some author's own ideas on Christianity. It is thought that Christianity and science are in harmony in the sense that science can support beliefs in Christianity and in turn beliefs in Christianity can support science. To avoid future unnecessary conflicts between science and religion, it is suggested that a core faith Christianity worldview should be taken. **Keywords:** Science; Bayesian Probability; Hypothesis Testing; Christianity; Holy Trinity.[†]

* Department of Computing (The Hong Kong Polytechnic University, Hung Hom, Kowloon, Hong Kong); csrluk@comp.polyu.edu.hk.

[†] Received: 2021-07-02; Accepted: 2021-12-25; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.623. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©Robert W.P. Luk. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1. Introduction

The intellectual fragmentation, and global socio-economic and ecological problems creating allegedly a state of crisis (Broekaert, 1998) are causing a demand for an integrative worldview (Lofgren, 2004). Some (e.g., Gabora, 1998) may consider that this fragmentation is due to the inconsistencies in some of the worldviews and the increasing specialization of knowledge. Apostel and his co-workers (Apostel and Van Landschoot, 1988; Apostel and Van der Veken, 1991) have been a driving force in worldview research. However, the worldview of Apostel only acknowledges the atheist spirituality element according to Broekaert (1998), so this seems to exclude God from his worldview. In this article, we try to put back God into the worldview, specifically the Christian Deity into our worldview.

Putting Christian Deity into our worldview is no easy task because it may create an uneasiness (Waldrop, 2011) or conflict (White, 1896; Provine, 1988; Coyne, 2015; Ungureanu, 2021) with other kinds of worldviews based on science (e.g., Carvalho, 2006). An integrative worldview cannot dispense with science because science is so pervasive in our daily life. While many states include science as part of their education programme, many states have a separation between state and religion so that their education programme may not include religion as part of their curriculum. This means that a worldview that integrates both science and religion is on a disadvantaged footing. There are also several proponents of an integrative approach (e.g., Pearcey and Thaxton, 1994; Moreland and Craig, 2003; Grandpierre, 2003; Russell, 2008; Barbour, 2013) to worldviews that include both religion and science. While personally the author believes that state and religion should be separated, a worldview that integrates science and religion needs to be articulated intellectually for many to have a more integrative or comprehensive worldview.

The relationship (De Cruz, 2017; Chan, 2018; Sixbert and Mutabazi, 2021) between science and religion may be more complex (e.g., Loncar, 2021) than the love-hate relationship between science and philosophy (De Haro, 2020). First, there are many different religions in the world. Second, there are the different types of relationships (e.g., Bube, 1995; Tenneson et al., 2015; Wikipedia, 2020) between science and religion. The first type of relationship between science and religion is uneasiness (Luke, 2017), or sometimes conflict (Horgan, 2015; Coyne, 2015) and if not outright war between the two (Coyne, 2018). An integrative worldview in this case would have to sort out the contradictions between the two worldviews so that they become compatible with each other. Another type of relationship between science and religion is that science and religion are operating at different realms, so that they are more or less independent (e.g., Gould, 1999) of each other. However, if they are independent of each other, then it is difficult to have an integrative worldview that combines the two. A third type of relationship between science and religion is that they are compatible (Scott, 1995) with each other. This type of relationship is congenial to the development of an integrative worldview. However, if we believe in

the worldview of science, we may also need to believe in the religion with such a scientific worldview. So, it is not a matter of simply claiming faith in the religion when we integrate the worldviews of science and religion together. The fourth type of relationship between science and religion is dialogue. The modern dialogue is thought to be originated from Barbour's (1966) book on issues in science and religion. Thereafter, there has been the development of academic journals like *Theology and Science* as well as *Zygon* to facilitate a dialogue between science and religion. The fifth type of relationship between science and religion is one of integration (Tenneson et al., 2014). While it is very rare to find a comprehensive integration of the two worldviews, over the ages some religion like Christianity has integrated some of the scientific ideas in their religion. This article looks at the possibility of this kind of integration in a fuller extent than previously done although some considers integration to be doomed to failure (Coyne, 2009). Specifically, this article looks at how to help us to believe in Jesus Christ as the Son of God using some scientifically accepted methodology.

As there are many religions in the world, why do we focus on Christianity? Why do we not try to integrate for example Eastern mysticism with science like the suggestion by Wang (2020)? Admittedly, this is a personal preference as the author is a believer of Jesus Christ as the Son of God. This is based on personal conviction as well as a scientifically accepted methodology to decide whether to believe in Christianity. However, instead of believing in the Bible entirely and literally, a core faith perspective is taken for believing in certain parts of the Bible for Christianity. Having said that, it does not mean that we do not believe in what the Bible wrote perhaps metaphorically. Instead of believing the Bible as a whole, our integrative worldview is more committed to believe in the New Testament as a guidance on our faith. Nevertheless, the formulation of the core faith of Christianity is based on parts in both the Old Testament and New Testament to construct an integrative view of Christianity as the Old and New Testaments are related.

The rest of this paper is organized as follows. Sect. 2 presents the core faith perspective of Christianity, spelling out the core faith of our belief in this religious worldview. In Sect. 3, we used a scientifically accepted method to decide whether we will believe in the core faith Christianity. This is based on the degree of personal belief that Jesus Christ is the Son of God based on the available, individual evidence. The combined degree of belief is then worked out as a recommendation to believe in or not in the core faith Christianity. Therefore, whether the reader believes our integrative worldview depends on his/her own subjective beliefs and the decision to take the recommendation by the scientifically accepted methodology or not. In Sect. 4, we present how science may come into terms with the core faith Christianity so that the apparent conflicts are resolved. In Sect. 5, we look at how Christianity helps the science worldview. Sect. 6 draws the concluding remarks.

2. Core faith perspective of Christianity

Suppose we are scientists and we want to believe in Christianity. Do we have to believe in everything written in the Bible literally? This is because some of the writings in the Old Testament is like mythology (e.g., Genesis 6) so that it is hard for a scientist to believe literally although we may believe it metaphorically. If we do not need to believe everything what the Bible says literally, then what things do we believe in Christianity. Furthermore, for a scientist, making fewer claims would be better as claims may be shown not to hold in the future, so there is a preference to commit less to the writing to avoid the commitment being shown to be false later. In the case that the commitment is shown to be false, scientists usually revise their theories in the light of new evidence as in scientific revolutions (Kuhn, 1996). Therefore, a scientist may adopt a core faith perspective of Christianity rather than believing in everything that is written in the Bible, so that we do not have to come into conflict with some of the scientific theories (like evolution theory) even though they may be provisional. Therefore, our approach is to state the central belief in Christianity and work out what the belief entails us to believe and decide whether a scientist can believe such things without being incompatible with science. Thus, we have to go through the details of these beliefs instead of relying on the standard summaries of Christian tenets like the Apostle's creeds or the Nicene creeds.

In a nutshell, Christianity is about believing Jesus Christ is the Son of God and is the Messiah who died for us on the cross for our sin redemption (and was buried), and who was resurrected three days later to overcome death so that we may be rewarded with (joyful) eternal life. In this belief, we have to tackle several beliefs that may contradict or may be incompatible with beliefs in science:

- (a) The existence of God
- (b) What is the Son of God?
- (c) Whether Jesus Christ is the Son of God or Messiah?
- (d) Can Jesus Christ be resurrected from the dead?
- (e) Has Jesus Christ sinned?

One particular view of science is that there is nothing apart from the natural order of things that we observe. This particular view may deny the existence of spiritual beings and the existence of God. This view is based on the belief that we discovered the natural laws of the universe and everything must follow from these laws so there are no exceptions.

Another view acknowledges that there is a natural order of things but does not deny that there are supernatural beings who may from time to time intervene in our universe. This view considers that while there are natural laws of the universe, supernatural beings can act by breaking these laws. According to this view, while most of the time when supernatural beings do not intervene our way of life, the natural laws are not broken, so our universe operates as according to our understanding. However, when supernatural beings intervene, the natural laws may be broken and

Christianity & science in harmony?

some supernatural phenomenon may be experienced. Therefore, this view does not deny the existence of God, but on the other hand does not necessarily affirm the existence of God. It just indicates that the existence of God is not incompatible with science.

If the existence of God is not incompatible with science, why should scientist believe that there is God without requiring to believe in the Old Testament literally? For a core faith perspective, since Jesus Christ believed in the existence of God as He prayed to the Father, we would believe in what Jesus Christ believed and therefore the existence of God. If there is no God, then Jesus Christ's claim that He is the Son of God would be non-sensical. If there is no God, then the prayers by Jesus Christ would be in vain. If there is no God, then we cannot believe that Jesus Christ would be resurrected. Therefore, even if we hold a core faith perspective of Christianity, we will believe in the existence of God. In fact, it is not any God but the God that Jesus Christ refers to. That would mean it is the God that the Bible refers to as Jesus Christ is a Jew.

Previously, we have glossed over a point that Jesus Christ prayed to the Father but not to God, so what is God? Some may think that this is a mystery but Christianity does reveal something about God. God refers to the Father, Jesus Christ and the Holy Spirit in unity. However, how can all three qualified as God and accept people's worship without being accused of idolatry. One can think of the Father and Holy Spirit as made of the same substance so that there is no problem of being worshipped. For Jesus Christ, He is a man. According to Scripture, a man has a body, a soul and his spirit (Reichenbach, 2021). It is believed that the spirit of Jesus Christ is like the Holy Spirit or made of substance similar to the Father. Therefore, worshipping Jesus Christ is allowed in Christianity, and similarly for the virgin Mary or other saints whose spirit may be the Holy Spirit (Note that we are not encouraging Christians to worship saints since we do not know for sure the spirit of which saint is the Holy Spirit). In fact, this so-called substance (or spirit) may be some supernatural organic thing which can think separately or together. So, what the Father knows may imply Jesus Christ knows and the Holy Spirit knows as well. However, during the time that Jesus Christ lowers Himself to be a human walking on earth, He may not know what the Father thinks because He needs to be bounded by the predicament of human existence, even though Jesus Christ has supernatural power because of His spirit being made of the same substance as the Father. Therefore, the Father, Jesus Christ and the Holy Spirit are united as one spiritually. How do we know that Jesus Christ has God's spirit or the Holy spirit? Apart from the miracles that He made, when John baptised Jesus Christ, we were told in the Gospel that the Holy Spirit descended to Jesus Christ as a dove. Moreover, just before the last breath of Jesus Christ during crucifixion, Luke Gospel indicated that He commended his spirit to the Father (as probably His last words). Note that in Matthew for example, Jesus Christ cried out "My God, my God, why have you forsaken me?" (for fulfilling the prophesy probably to help Jews or others to believe in Jesus Christ as the Messiah) but that was not the last words of

Jesus Christ as Matthew indicated that Jesus Christ cried out further but did not record what He said. So, we suspect that Luke recorded the last words of Jesus Christ before he died. So, how did the Gospel come to know about this. This may be due to the fact that after Jesus Christ was resurrected, He was with the disciples for forty days and we suspect that He told the disciples about the significance of His last words before death during that time. In summary, we agree that God is the Holy Trinity except that the Father is a supernatural being rather than a person. While we may refer the Trinity to the Nicene creed, it is not easy to grasp this understanding of the Holy Trinity there.

Since Jesus Christ is part of the Holy Trinity, the name of the role of Jesus Christ is given to be the Son of God or God: the Son. Jesus Christ is described as the Son of God because He inherits God's capability just like the son inherits the wealth of his father. The name, Son of God, is preached to the Gentiles because it is easier for the Gentiles to know who Jesus Christ is instead of the Messiah, which most likely only the Jews understand at the time. Therefore, Jesus Christ made use of this name to the Gentiles so that He is associated with God and inherits the power of God. Did Jesus Christ claim to be the Son of God? In John's Gospel, Jesus Christ referred to Himself as the Son of God. In Luke's Gospel (Chapter 4), a daemon claimed Jesus Christ as the Son of God. Peter, His disciple, identified Him as the Son of God. Finally, after the resurrection, His disciplines refer Him as the Son of God. Therefore, there is no doubt that in Christianity, Jesus Christ claims to be the Son of God. In addition, the Gospel wrote that when Jesus Christ was baptised by John the Baptist, a voice came from heaven saying that He is my Son where He is Jesus Christ. In the transfiguration which was also mentioned in the epistle of Peter apart from the three Gospels, a voice came from a cloud saying that He is my beloved Son whom I have chosen. These voices are believed to be the voice of God or the Father, so that the passages suggest that God identifies Jesus Christ as the Son of God.

Jesus Christ often referred himself to be the son of man instead of the Messiah or the Son of God during his days on earth. One reason is that the term son of man does not arouse any trouble that Jesus Christ foresaw with the authority at the time (like the Pharisee). In Luke's Gospel, he was indicated as the Messiah by Simone. Also, in John's Gospel, Jesus Christ told the Samaritan woman that He is the Messiah. Therefore, Jesus Christ did claim himself to be the Messiah but not in front of the Jews to avoid any troubles thereafter.

Can Jesus Christ be resurrected from the dead (e.g., Wright, 2003; Hutchinson, 2016; Canfeld, 2016)? According to the four Gospels, Jesus Christ was alive after he was dead three days. However, the four Gospels have different accounts about the discovery that Jesus Christ was alive after the resurrection. Some of these accounts may appear as contradictory. For example, Mary Magdalene appeared at the tomb with other women, and there is another account that she appeared by herself. However, these accounts can be made less contradictory if we consider her to arrive at the tomb twice: once with the women, and afterwards she arrived by herself after Peter and the other disciple. Therefore, the four accounts can be reconciled in some

way to make the resurrection believable. However, why do we not doubt these accounts? The authors of the Bible appear to be writing down as the events occur. For example, all the Gospels identified that the women found that Jesus Christ is not in the tomb first. If the author wants his/her account to be believed by others, by twisting the facts of the events, then the author can claim that some man has discovered first that the tomb was empty because women in a Jewish society cannot testify in courts at the time. Note that one should not rely on the Gospels being too consistent as this may raise suspicion of collusion (Strobel, 1998). Moreover, the New Testament sometimes shows some embarrassing moments of the well-known disciple, Peter, who claimed to disown Jesus Christ three times before the rooster crows. If the New Testament is a fiction, such moments may not be recorded in the Gospel. Finally, if the New Testament tries to make people believe by twisting the facts, then the New Testament need not show that the disciples do not understand what Jesus Christ was talking about during His preaching. Instead, the New Testament should include fake responses of the disciples that they understood Jesus Christ preaching, so that the belief that Jesus Christ is the Son of God is reinforced. However, the New Testament did not make this kind of twists to make people believe. Therefore, we believe that the New Testament can be believed to be telling the truth.

For our sin redemption, Jesus Christ needs to be sinless because if he has sinned, his death is only for his own sin and he cannot redeem our sin. According to the Old Testament, our original sin condition is passed down from Adam and Eve through birth. That is why Jesus Christ was not conceived in a conventional way. Instead, it is through the work of the Holy Spirit that the Jesus Christ body was conceived in the virgin Mary so that Jesus Christ does not have the original sin condition like us. Without this original sin condition, Jesus Christ may be able to communicate with God or the Father directly throughout His life as He does not need to be separated from God like us. Jesus Christ is also unlikely to have sinned since in John's Gospel, Jesus Christ was performing baptism for other people and He had started his ministry before his baptism by John the Baptist. Jesus Christ also performed miracle before the baptism, like changing water to wine according to John's Gospel. Therefore, we believe that Jesus Christ has not sinned.

What is sin in Christianity? Sin is about transgressing the rule of God. For example, the ten commandments were given to the Jews when they have a covenant with God. For Adam and Eve before the fall, the instruction not to eat the fruit of the knowledge tree is a rule or command from God. The punishment of sin for human is death. That is why Jesus Christ has to die for us because it is the punishment of our sins (not His) by God.

3. How can science help in deciding to believe in the core faith Christianity?

One way that science can help us to believe in Christianity is that science employs statistical methods to make (risky) decisions. Similarly, we can use statistical methods to help us to decide whether to believe in Christianity. Typically, it requires us to estimate the p -value and decide whether to reject or accept the null hypothesis.

The basic idea is to collect evidence. For each class of evidence E , there is a likelihood that we believe B to be true, so that this belief can be expressed as a subjective probability, $p(B | E)$. Since there are more than one class of evidence from more than one source, we have a set of probabilities $\{p(B|E_i)\}_{\text{for all } i}$. Suppose that we have five classes of evidence (since we will discuss five sources of evidence later). We want to calculate the joint probability, $p(B|E1, B|E2, B|E3, B|E4, B|E5)$. Next, we assume that $B|E1, B|E2$, etc. are independent so that

$$p(J) = p(B|E1, B|E2, B|E3, B|E4, B|E5) = p(B|E1)p(B|E2)p(B|E3)p(B|E4)p(B|E5).$$

In this way, the joint probability, say $p(J) = p(B|E1, B|E2, B|E3, B|E4, B|E5)$, can be calculated based on the conditional probabilities given the individual evidence. Now, the joint probability can be considered as if though it is the p -value for the null hypothesis. The convention is that if the p -value is less than 0.05, then the null hypothesis is rejected. Similarly, if $p(J) < 0.05$, then we reject our belief that B is true.

In our case, what is B ? B is the fact that Jesus Christ is NOT the Son of God. Why do we need the disbelief that Jesus Christ is the Son of God? That is because we assumed that the joint events in the joint probability are independent so that the conditional probabilities can be multiplied together. If we assumed that B is the probability that Jesus Christ is the Son of God, then we cannot assume that the joint events are independent as the individual classes of evidence for Jesus Christ is the Son of God are linked up to the source that Jesus Christ is the Son of God.

Suppose that given the class of evidence E , the probability that you believe that Jesus Christ is not the Son of God is 0.5. This special probability of 0.5 is effectively saying that you don't know whether you believe or disbelieve that Jesus Christ is the Son of God since your degrees of belief and disbelief are the same. Suppose for all five classes of evidence, you don't know whether Jesus Christ is not the Son of God given each class of evidence. Then, the joint probability $p(J)$ is $0.5^5 = 0.03125$ which is less than 0.05. So, we would reject the hypothesis that Jesus Christ is not the Son of God, and instead accept the belief that Jesus Christ is the Son of God. Note that this is like deciding experimentally whether cold fusion does not exist in a demonstration as advocated by Luk (2019), but this is now applied in historical science instead of experimental science.

It might be argued that if we have enough pieces of evidence (say n), then even if we do not know whether to belief or not (i.e., $p(B|E_i) = 0.5$), the joint probability (i.e., $p(J) = 0.5^n$) will end up being arbitrary small for n to be arbitrary large. However, this will not happen. This is because the so-called pieces of evidence are actually pools or

categories or classes of evidence instead of individual facts. For example, E_i could be the miracles not mentioned in the Bible so that this refers to a group or class of miracles rather than an individual miracle. Therefore, this group or class of miracles is treated as just one piece of evidence so that there are not many pools or categories or classes of evidence. In addition, we are looking for evidence to support that Jesus Christ is the Son of God, and there are not many pools or categories or classes of evidence that would support such a claim. So, there will not be a lot of evidence to multiply in the joint probability. Therefore, n cannot be arbitrary large because of the interpretation of the probability $p(B|E_i)$.

In the following subsections, we will discuss the various evidence that Jesus Christ is the Son of God, so you can formulate your degree of belief as a probability, $p(\text{not } B | E)$. To obtain the probability of $p(B|E)$, one just computes one minus $p(\text{not } B | E)$, i.e., $p(B|E) = 1 - p(\text{not } B | E)$. We can then use the probabilities, $\{p(B | E)\}$, to compute the joint probability, $p(J)$, and decide whether this p -value is less than 0.05. If it is, then we can reject the hypothesis that Jesus Christ is not the Son of God and accept the alternative that Jesus Christ is the Son of God instead. In this way, we can use probability to help us to decide by using our degree of belief of the individual evidence.

One problem with the previous formulation of the joint probability is the assumption that $p(B|E1)$ is independent of $p(B|E2)$, etc. The problem is that we assume that the probabilities are independent but these probabilities are related to the same event B . Therefore, one wonders whether we can make such an independent assumption. An alternative way to help us to make the decision is to calculate $p(B | E1, E2, E3, E4, E5)$ using Bayes' rule as follows:

$$p(B|E1, E2, E3, E4, E5) = \frac{p(E1, E2, E3, E4, E5|B)p(B)}{p(E1, E2, E3, E4, E5)}.$$

We assume that $E1, E2, E3$, etc. are conditionally independent given B so that we have:

$$p(B|E1, E2, E3, E4, E5) = \frac{p(E1|B)p(E2|B)p(E3|B)p(E4|B)p(E5|B)p(B)}{p(E1, E2, E3, E4, E5)}.$$

The conditional independence assumption is reasonable since B is about Jesus Christ is not the Son of God and the classes of evidence, $E1$ to $E5$, are supporting that Jesus Christ is the Son of God. Next, we assume that the different classes of evidence are coming from independent sources since we assume that B is true. So, we have:

$$p(B|E1, E2, E3, E4, E5) = \frac{p(E1|B)p(E2|B)p(E3|B)p(E4|B)p(E5|B)p(B)}{p(E1)p(E2)p(E3)p(E4)p(E5)}.$$

Using the definition of conditional probability, the above is rewritten as:

$$p(B|E1, E2, E3, E4, E5) = \frac{p(B|E1)p(B|E2)p(B|E3)p(B|E4)p(B|E5)}{p(B)p(B)p(B)p(B)p(B)}.$$

Now, if we assume that we do not know whether Jesus Christ is not the Son of God for each individual class of evidence (i.e., $p(B | E) = 0.5$) and we assume that the combined probability, $p(B | E1, E2, E3, E4, E5) = 0.05$, then we can work out $p(B)$ by solving the following:

$$0.05 = \frac{0.03125}{p(B)p(B)p(B)p(B)p(B)}.$$

Therefore, $p(B) = 0.889$. What this suggest is that if $p(B) \geq 0.889$, then $p(B|E1, E2, E3, E4, E5) \leq 0.05$. In this case, we will reject the hypothesis that Jesus Christ is not the Son of God, so we would accept that Jesus Christ is the Son of God (even we do not know whether Jesus Christ is the Son of God given the individual class of evidence). Now, $p(B)$ is the prior probability that Jesus Christ is not the Son of God. If you ask someone who has not heard of Jesus Christ and ask him/her to assign a prior probability that Jesus Christ is not the Son of God, then we expect that the probability (i.e., $p(B)$) to be close to one or we expect that it would be much larger than 0.889. Thus, if we hold that we do not know from the following individual classes of evidence that Jesus Christ is not the Son of God, then overall we should believe that Jesus Christ is the Son of God given the five classes of independent evidence that we provide. In the rest of the section, we will examine each class of evidence to come up with my belief that I do not know whether that Jesus Christ is not the Son of God or I lean to believe that Jesus Christ is not the Son of God.

3.1 E1: Circumstantial evidence from biblical event

Shroud of Turin is a piece of linen shroud that is thought to have wrapped Jesus Christ after the crucifixion. It bears the negative image of a man who was flagellated and crucified. Previous historical and scientific evidence points to it being a medieval creation. In 1390, it was attested that the local bishop wrote that the shroud was a forgery and that the unnamed artist has confessed. Previous radiocarbon dating done in 1980s suggested that the sample of fabric taken at a corner of the shroud is consistent with the medieval date. However, the proponents of the shroud for Jesus Christ suggested that the radiocarbon dating is unreliable as it was taken from a corner of the shroud that was repaired in medieval period leading to the medieval dating result. Later dating in 2013 by Fanti based on various threads believed to be taken from the shroud points to dates from 300BC and 400AD which includes the period that Jesus Christ had lived. There are other pieces of evidence to suggest that the Shroud of Turin is much older than the earlier radiocarbon dating. For example, Rogers argued that the absence of vanillin in the threads of the shroud suggested that the shroud is quite old, somewhere between 1,300 years ago and 3,000 years ago. Therefore, the shroud is unlikely to be just 840 years old. In 2019, researchers obtained access to the raw data of the previous radiocarbon dating of the shroud of Turin, and they found that the data was heterogeneous, invalidating the results. The researchers called for a more careful radiocarbon dating of the shroud. While the exact date of the shroud is still a mystery, I personally believe, though not strongly, that the

shroud of Turin is of the Jesus Christ era as I believe that the sample was taken from a corner that was tampered with during the medieval period.

Given that the period is in the era of Jesus Christ, how do we know that the negative image is Jesus Christ? Apart from the shroud of Turin, there is a relic of Jesus Christ called the Sudarium of Oviedo which is a small piece of cloth that wrapped around the head of Jesus Christ after his death. Now, the blood type found in the Sudarium of Oviedo is AB which is the same blood type found in the shroud of Turin. In addition, researchers have mapped the geometric points of the face of Jesus Christ on the Sudarium of Oviedo to those of the face of the man's image on the shroud of Turin, and they found that these geometric points correspond to each other. So, there are some pieces of evidence to suggest that the image of the man on the shroud of Turin is Jesus Christ.

The significance of the shroud of Turin is not that it is just a relic of Jesus Christ. It is based on the fact that there was a resurrection miracle. The miracle involved ultraviolet light radiating from Jesus Christ body onto the shroud of Turin that is mysteriously laying flat at the bottom and at the top of Jesus Christ body. The power of the ultraviolet light to make the negative image on the shroud of Turin is enormous, something that can still not be achieved with current technology. The mystery suggested that the body of Jesus Christ is hanging in mid-air so that the shroud of Turin can be placed flat at the bottom and on top of the body of Jesus Christ to register the image. If the image was formed based on shining ultraviolet light from a body wrapped with the shroud, then we should see creases and distortions to the image that are absent from the shroud of Turin. Therefore, some suggested that the body of Jesus Christ was literally raised up as in the Scripture. While it is not easy to swallow this theory as there may be more twists to it (e.g., some suggested that the image was formed by bas relief but the histogram of the grey level registers of the image suggest that it was not), I have the tendency to believe that the shroud of Turin has registered the resurrection miracle even though I am not one hundred percent certain. Let us say that my subjective probability $p(B | E1)$ is 0.4 where B is the belief that Jesus Christ is not the Son of God.

3.2 E2: Circumstantial evidence from miracles in non-biblical event

There are quite a number of miracles that happened after the Bible was written and so they are not mentioned in the Bible. The first one is the Eucharistic miracle of Lanciano. The miracle alleged to have occurred in the eighth century at Lanciano, Italy. According to the tradition, a monk had doubts about the real presence of Jesus Christ in the Eucharist. When he said the words of consecration, the bread and wine turned into flesh and blood. The miracle was claimed to be authentic by the Catholic Church. Recent investigations by researchers show that the flesh is some type of cardiac tissue of blood type AB. This corroborates with the blood type found in the Sudarium of Oviedo and the Shroud of Turin. There are other recent Eucharistic miracles in Argentina, Mexico, Venezuela and Poland. For the Argentina case which

has been documented independently, the tested blood type was AB and the tissue found was some type of cardiac tissue. They appear to corroborate with the findings at Lanciano.

Other miracles are done by saints of the Catholic church or East Orthodox church. Such saints are obviously related to the belief that Jesus Christ is the Son of God because they may be the sister, bishop or Pope of the East Orthodox/Catholic church preaching the Gospel as well as the mother of Jesus Christ. There are abundant examples of miracles of saints (e.g., Marian apparitions [e.g., Pandarakalam, 2013; 2019; Horsfall, 2000; Dalleur 2021] or incorruptible corpses of saints). While I personally do not believe that every miracle is genuine, only some of these miracles are true would suggest that Jesus Christ is the Son of God is worth believing in. Therefore, my degree of belief of miracles leans towards believing that Jesus Christ is the Son of God although it is not far from being don't know. Let us say that my subjective probability $p(B | E2)$ is 0.45.

3.3 E3: Testimony from the Bible

In the New Testament, many of the disciples provide testimony of Jesus Christ who has performed many miracles (for example raising people from the dead, giving sight to blind people, etc). These miracles are described in the Gospels of Mark, Luke, Matthew and John. These miracles attested that Jesus Christ has supernatural power so that it is not difficult to believe that he is the Son of God.

As Jesus Christ is concerned that he is the Messiah, he did many things according to the Scripture. The Gospels also try to point out that Jesus Christ fulfilled many prophecies that the Old Testament has made, so that it qualifies Jesus Christ as the Messiah. Because these prophecies were made before Jesus Christ, it was not clear whether the prophecies were accurately written down in the Old Testament so that it was not clear that debates over whether the prophecies were fulfilled were meaningful. Even though if not all prophecies were as predicted, some would make us lean toward believing that Jesus Christ is the Messiah.

After the resurrection, the disciples held firm belief that Jesus Christ is the Son of God as in Acts, Romans, etc. of the New Testament. This is in sharp contrast to the disciples before the death of Jesus Christ. It is not clear whether during the days after Jesus Christ was resurrected, Jesus Christ spent time explaining to the disciples about God's message so they become convinced. It is also not clear whether the disciples felt more confident after the resurrection of Jesus Christ, because the Holy spirit dwelled in the disciples and gave them supernatural power, strengthening their faith. Also, it is not known whether the firm belief of the disciples is strengthened by Paul who was a Pharisee knowing all the details of the Old Testament. It might be a combination of these factors that have encouraged the disciples to be bolder in their faith. They are also not restrained any more to tell God's message after the resurrection because before Jesus Christ death, Jesus Christ explicitly forbade the disciples to call Him the Messiah or Son of God. In Acts and Romans, as Paul went to

preach the Gentiles in Rome, it would make more sense to call Jesus Christ as the Son of God instead of the Messiah which is only meaningful in the Jewish community. Therefore, we see that Son of God is being mentioned more in the Acts, Romans, etc. than in the Gospels. These disciples stand as our witness of the Gospel and that Jesus Christ is the Son of God. Such firm beliefs are rare unless they have very strong conviction. In fact, for some Apostles, like St Peter and St Paul, they have to die for their beliefs.

Paul's conversion is an extraordinary example of witness to God's message. Paul was blinded by Jesus Christ when Paul was on the way to Damascus to persecute the Christians. At Damascus, Paul blindness was healed by a Christian, and Paul was converted from a persecuting Pharisee to a Christian. Such sudden change in beliefs is rare unless there is again strong conviction. This shows that Jesus Christ, after the resurrection, has supernatural power which fits the description that Jesus Christ is the Son of God.

Surprisingly, I found the New Testament to be more believable than the miracles by the saints. So, my subjective probability, $p(B | E3)$ is 0.3.

3.4 E4: Personal testimony

Our own testimony may be another independent source of testimonial evidence. This may be through studying the Bible to get insights into God's messages to us. This may be interaction between us and God via prayers. While not all prayers are answered positively, some are and we need to find out why those prayers are answered positively or negatively in order to get the message God sent to us. Therefore, this is an example of studying Bible and praying to add to our own testimonial evidence to strengthen our faith.

For example, I have prayed to obtain the first prize of the lottery. Obviously, God would not grant me such wishes even if I say I will give a portion to charity. However, when I pray for my child to get into university, it was answered positively. Now, getting into university is not a zero-sum game because the university set the conditional offer to the applicant to meet. If the applicant meets the condition, then the university will accept the application. This is unlike a situation where God grants one and has to let down another because the situation is a zero-sum game. I also prayed that my paper gets accepted in a top journal which is critical to the rest of my employment at the university. I feel so relieved after I learnt that my prayer is answered positively. As many of my prayers about important events are answered positively, I have developed my faith through this personal testimony. Apart from prayers, I recently have a personal religious experience in which I suspect to hear the voice from God simultaneously with bright light appearing in my vision when I closed my eyes while laying on my bed. This voice is rather forceful which appears to be louder than or in the foreground of the other voices I hear. Also, I am unable to change the content of what the voice is saying to make sure it is not due to my own

thoughts. Therefore, I lean toward personally believing in that Jesus Christ is the Son of God. So, my subjective probability, $p(B | E4)$, is say 0.4.

3.5 E5: Other peoples' testimony

The final source of evidence is the testimony of religious experience of other people. Where do we get this kind of evidence? One source is from friends who was converted to be a Christian. In my experience, one of my friends has a religious experience. He was performing philosophical analysis of the Bible passages when suddenly he heard a voice saying that "That is enough, Joe". My friend was scared. Afterwards, he was converted to become a Christian.

Another source to obtain testimonial evidence is from reports in churches about religious experience of other people. For example, I went to one church which shared the religious experience of a sick man whose kidney is not functioning well. He asked God why he had to suffer from such sickness, and he felt God or Jesus Christ hugged him without saying a word. This hug includes a warm stream of current flowing through his body so that he cannot be mistaken that someone hugged him. Afterwards, he was converted to Christianity. This is a good example to explain why we need to go to Church to hear these examples to strengthen our faith. Since I do not have many such pieces of evidence, my subjective probability, $p(B | E5)$, is only 0.6. This probability can be decreased further if we include outside evidence about Jesus that corroborate with the New Testament. For example, Strobel pointed out that "one expert documented thirty-nine ancient sources that corroborate more than one hundred facts concerning Jesus' life, teaching, crucifixion and resurrection" (Strobel, 1998). This probability reduction is not done here to give more credits to our combined probability later.

3.6 Summary

For each class of evidence, there is no clear case that I belief absolutely that Jesus Christ is the Son of God nor that He is not the Son of God. However, if we use the statistical method that we propose earlier in this section, then the joint probability is $0.4 \times 0.45 \times 0.3 \times 0.4 \times 0.6 = 0.01296$. If we further assume that $p(B)$ is 0.9 (i.e., we assume that 9 in 10 people who do not know who Jesus Christ is, but who would believe that Jesus Christ is not the Son of God), then $p(B | E1, E2, E3, E4, E5) = 0.01296 / 0.9^4 = 0.0198 < 0.05$. Therefore, I would reject the hypothesis that Jesus Christ is not the Son of God at 95% confidence level and accept that He is the Son of God. This happens to be my decision to believe in Jesus Christ is the Son of God. If you input all the probabilities of the individual evidence to be more than 0.5, then you may come up with a different conclusion. Therefore, you have to perform research including looking up details of Marian apparitions (e.g., Wikipedia, 2021), Eucharistic miracles (e.g., Tesoriero, 2021), Shroud of Turin (e.g., STERA Inc, 2021), etc. in the five classes of evidence to come up with your own subjective probabilities of the individual classes of evidence in order to come up with a more accurate estimate of

$p(B \mid E1, E2, E3, E4, E5)$ or p -value. Note that for $E4$ and $E5$, you need to start practicing your faith and go to church to gauge your conviction properly. If you do not practice your faith or go to church, perhaps you can set your $p(B|E4) = p(B|E5) = 0.5$ (i.e., you do not know).

4. How to reconcile science with core faith Christianity?

Some scientists adopt the (philosophical) naturalism worldview or (intrinsic) methodological naturalism (Boudry et al., 2010), and they hold that the physical laws are not allowed to be broken because nature has such regularities. Such scientists have strong faith or trust in the physical laws which apply all the time and perhaps everywhere. This is only an assumption in (Luk, 2017) for scientific study and it is not a principle. If we regard experiments as sampling reality in some spacetime where the reality may be thought of as some continuum (let us take that for the time being), then in between the spacetime sampling points, we only believe that the physical laws apply. We do not know whether any supernatural beings break the physical laws in between the sampling points of the reality spacetime continuum. If the supernatural beings break the continuum without us noticing it, then supernatural beings can co-exist with the physical laws only that physical laws apply most of the time and there are exceptions with supernatural beings. Thus, even if we establish some physical laws, it does not mean that it must work all the time although we would like to believe that is the case as scientists. If we want to make sure that it works all the time, then we have to do the experiment to show that the physical laws are obeyed all the time, and we do not have the resources to do that. Therefore, even if we believe that the physical laws are true, it does not mean that there are no supernatural beings or miracles.

Another conflicting issue is about the Christian creationist view of the universe which stems from the Old Testament against the scientific facts that we have about the universe. Specifically, some Christian creationists think that the earth is only thousands of years old according to the Bible instead of millions or billions of years old according to geology in science. The age of the earth is based on one interpretation of the Bible by some Christian creationist, and there are other interpretations of the Old Testament which may not give the similar age of the earth as the creationists. Specifically, we offer one interpretation of the Old Testament that may not conflict with any views of the age of the earth or this universe. In particular, the universe that the Old Testament refers to is not the same as the universe that we are living now. So, when God created the universe with Adam and Eve on the earth, that earth is not the same as the earth that we are in now. When Adam and Eve fall, they were taken from that universe to our present universe. So, the age of our universe now has no bearing on the age of that universe that God created with Adam and Eve before the fall.

Yet another conflicting issue is whether we evolve from ape according to evolutionary biology in science. In order not to discredit any scientific findings or hurt

Christian feelings, again we follow the path to explore that the Old Testament is open to interpretations. Using our previous interpretation as an example, when Adam and Eve were fallen from the other universe to this one, their genetic makeup could be similar to the ones that have evolved on this earth here by the time they fall into this earth. The human beings on here before Adam and Eve did not have the soul and spirit, so they are not fully human in God's perspective even though their DNAs are similar to Adam and Eve. When they breed possibly with the other human beings on this earth, God may assign the soul and spirit so that their offspring are fully human in God's perspective. In this bizarre interpretation, it suggests that even if science shows that we were evolved from ape according to DNA makeup, it does not mean that those humans are fully human in God's perspective because they lack the soul and spirit which science cannot show yet.

Our point is that the Old Testament is open to interpretation, and it is very easy to make a commitment that may turn out to be false. However, since we believe in Jesus Christ is the Son of God and not necessarily any specific interpretation of the Old Testament, it is better to keep quiet and let the scholars who know the details of the actual original writing (in Hebrew or Aramaic) to figure out what the interpretation should be. Even the scholars can be wrong, as the Old Testament like Genesis may have been only written metaphorically. Therefore, we should restrain ourselves into claiming that every part of the Bible can be interpreted literally. It may be safer to claim that most parts of the New Testament can be interpreted literally apart from certain parts in which Jesus Christ or others said things metaphorically. Therefore, we try to commit to a core faith Christianity so that we do not get into trouble with conflicting views with science and we can stay focused on the core faith that we have for maintaining our belief.

Coyne (2015) contrasted the ways for knowing or learning in which science is based on facts while religion or Christianity is based on faith. This turns out not to be true because in science the facts that we have are only sampled data. We still need faith in science to believe that the physical law applies in the future. Likewise, Christians who believed in Christianity may be due to their conviction. Their conviction may be evidence for them to believe in Christianity. Therefore, Christian believing in Christianity may be based on some kind of evidence rather than just faith. Thus, the dichotomy (Hughes, 2015) that religion is based on faith and science is based on facts may be too simplistic.

5. How does Christianity support science?

Christianity supports science in many ways, most notably where science is silent about. For example, science is silent on many moral issues, whereas Christianity provides some direction or prescription to those issues. By combining the worldviews of Christianity and science, the integrated worldview would be more comprehensive providing a perspective in a fuller spectrum of issues that any one view will bring.

Christianity & science in harmony?

In Christianity, God must have laid down the physical laws or order without much direct intervention so that humans have free will. Otherwise, if God intervenes continuously, we cannot be said to have free will. This explains why God is not present with us most of the time. However, God does intervene in human affairs as God sends Jesus Christ to be with us. God may intervene when we are not doing scientific experiments so that this would not affect the observations that we make. Since God may intervene, it makes sense to ask for God's help as we are supposed to take refuge in Him.

Since God does not intervene most of the time, we should rely on science if we can in order to handle our daily affairs. There is no harm to rely on science and take refuge in God, but God may not answer positively every time a request is made. This may include having painful experience in which God does not respond. However, this is a test of our faith of God, and God may lead us to a different situation later if we are patient enough. Therefore, our default is to rely on science, and (additionally) take refuge in God when necessary.

Apart from the personal level, Christianity as a religious organization has been a patron of science. It has provided many foundations of schools, universities and hospitals. Perhaps, most notable as a scientist and as a priest is Georges Lemaître who conceived the idea of the big bang theory (de Felipe, 2017) inspired by Genesis in the Old Testament. This is an example of a priest and a scientist who has made major contributions in science, and the idea was originated from Genesis in the Old Testament showing that Christianity helps the scientific progress at the time. Note that not all scientists (e.g., [Neves, 2020]) are comfortable that the cosmological model is based on singularities, and some may suggest that there is no singularity in the cosmological model about the beginning of the universe.

6. Conclusions

A sketch of a worldview that integrates both science and Christianity is presented. We demarcate the core faith Christianity that we hold. To establish this belief, we borrow methodology in statistics that are usually used in science to decide whether to accept or reject that Jesus Christ is the Son of God. This involves assigning subjective probabilities of this belief based on the different classes of evidence available to come up with a combined degree of belief that Jesus Christ is not the Son of God. If the reader has the combined probability to be less than 0.05, then we reject the hypothesis that Jesus Christ is not the Son of God and accept that He is. This would enable the reader to have a solid basis in his/her belief in Christianity. Before the practice of faith or going to Church, the reader is advised to assign a subjective probability of 0.5 to evidence based on personal testimony and the evidence based on other people's testimony, as 0.5 represents the reader does not know whether to believe or not. Therefore, for the reader to believe in the core faith Christianity, (s)he needs to research into the other classes of evidence more thoroughly to obtain a strong belief in

$p(\text{not } B \mid E1)$, $p(\text{not } B \mid E2)$ and $p(\text{not } B \mid E3)$ so that these subjective probabilities are more than or equals to 0.5. We also cautioned to interpret the Old Testament too literally as we may over-commit causing unnecessary conflicts with science. Nevertheless, the big bang theory was a good example of a scientific theory inspired by Scripture, showing that Christianity and science can help each other. This may in turn support the kalam cosmological argument as popularized by William Lane Craig. Hopefully, we can believe in Christianity based on evidence, reasoning and faith similar to science. Having said that, the aim of this article is not about convincing the sceptics to believe in Christianity. Instead, it provides a scientific methodology by which those who are uncertain to believe in Jesus Christ to come up with a decision as there are uncertainties in believing each class of evidence that Jesus Christ is the Son of God. Also, it might be interesting to establish a “scientia” theology (Loncor, 2021) that is organized like that of science (Luk, 2010; 2017), in order to make our understanding of God more complete by combining evidence, reason and faith.

Acknowledgements

I would like to thank Andrew Carverhill for providing comments about an earlier draft of this paper.

References

- [1] Apostel, L. and Van der Veken, J. (1991) Wereldbeelden: van Fragmentering naar Integratie. Pelckmans.
- [2] Apostel, L. and Van Landschoot, J. (1988) Interdisciplinariteit, Wereldbeelden-constructie en diepe verspeiding als tegenzetten in een kultuurkrisis. VUB, CLEA.
- [3] Barbour, I.G. (1966) Issues in science and religion. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall Inc.
- [4] Barbour, I.G. (2013) Religion and Science. San Francisco: Harper Collins.
- [5] Boudry, M., Blancke, S. and Braeckman, J. (2010) How not to attack intelligent design creationism: philosophical misconceptions about methodological naturalism. *Foundations of Science* 15(3): 227-244.
- [6] Broekaert, J.T. (1998) World views. Elements of the Apostelian and general approach. *Foundations of Science* 3(2): 235-258.
- [7] Bube, R.H. (1995) Putting it all together: Seven Patterns for relating Science and the Christian Faith. Maryland: University Press of America.

- [8] Canfield, R.L. (2016) Why I believe in the resurrection. If you doubt, it is to you I write. In: *Walking Blind: And Other Essays on Biblical Texts*. Clayton, Missouri: Clayshire Imprints, pp. 91-97. <https://peacefulscience.org/robert-canfield/> (accessed on 21/8/2021).
- [9] Carvalho VI, J.J. (2006) Overview of the structure of a scientific worldview. *Journal of Religion and Science* 41(1): 113-124.
- [10] Chan, E. (2018) Are the religious suspicious of science? Investigating religiosity, religious context, and orientations towards science. *Public Understanding of Science* 27(8): 967-984.
- [11] Coyne, J.A. (2009) Seeing and believing. The never-ending attempt to reconcile science and religion, and why it is doomed to fail. *New Republic*, <https://www.tnr.com/article/books/seeing-and-believing?page=2> (accessed on 30/9/2021).
- [12] Coyne, J.A. (2015) *Faith vs fact: why religion and science are incompatible*. New York: Penguin Books.
- [13] Coyne, J.A. (2018) Yes, there is a war between science and religion. *The Conversation*, <https://www.theconversation.com/yes-there-is-a-war-between-science-and-religion-108002> (accessed on 20/7/2020).
- [14] Dalleur, P. (2021) Fatima pictures and testimonials: in-depth analysis. *Scientia et Fides* 9(1): 9-45.
- [15] De Cruz, H. (2017) Religion and science. *The Stanford Encyclopaedia of Philosophy*, E.N. Zalta (ed.), <https://plato.stanford.edu/archives/sum2019/entries/religion-sience/> (accessed on 20/7/2020).
- [16] De Felipe, P. (2017) Georges Lemaître, the scientist and priest who ‘could conceive the beginning of the universe’. *Biologos*, <https://www.biologos.org/articles/georges-lemaitre-the-scientist-and-priest-who-could-conceive-the-beginning-of-the-universe> (accessed on 21/7/2020).
- [17] De Haro, S. (2020) Science and philosophy: a love-hate relationship. *Foundations of Science* 25(2): 297-314.
- [18] Gabora, L. (1998) Weaving, bending, patching, mending the fabric of reality: a cognitive science perspective on worldview inconsistency. *Foundations of Science* 3(2): 395-428.
- [19] Gould, S.J. (1999) *Rocks of ages: science and religion in the fullness of life*. Ballantine Books.

- [20] Grandpierre, A. (2003) On the fundamental worldview of the integral culture: integrating science, religion, and art: part two. *World Futures: The Journal of General Evolution* 59(7): 535-556.
- [21] Horgan, J. (2015) Book by biologist Jerry Coyne goes too far in denouncing religion, defending science. *Scientific American*, Cross-Check Blog, <https://blogs.scientificamerican.com/cross-check/book-by-biologist-jerry-coyne-goes-too-far-in-denouncing-religion-defending-science/> (accessed 20/7/2020)
- [22] Horsfall, S. (2000) The experience of Marian apparitions and the Mary cult. *The Social Science Journal* 37(3): 375-384.
- [23] Hughes, A.L. (2015) Faith, fact, and false dichotomies. *The New Atlantis* 45: 111-117.
- [24] Hutchinson, I. (2016) Can a scientist believe in the resurrection? Three hypotheses. <http://veritas.org/can-scientist-believe-resurrection-three-hypotheses/> (accessed on 21/8/2021).
- [25] Kuhn, T.S. (1996) *The Structure of Scientific Revolutions*. London: University of Chicago Press.
- [26] Lofgren, L. (2004) Unifying foundations – to be seen in the phenomenon of language. *Foundations of Science* 9(2): 135-189.
- [27] Loncar, S.J. (2021) Science and religion: an origins story. *Zygon* 56(1): 275-296.
- [28] Luk, R.W.P. (2010) Understanding scientific study via process modeling. *Foundations of Science* 15(1): 49-78.
- [29] Luk, R.W.P. (2017) A theory of scientific study. *Foundations of Science* 22(1): 11-38.
- [30] Luk, R.W.P. (2019) How to handle risky experiments producing uncertain phenomenon like cold fusion? *Science & Philosophy* 7(2): 3-14.
- [31] Luke, I. (2017) I am unsure about Christianity because of science. *Christian Teachers Journal* 25(3): 8-11.
- [32] Moreland, J.P. and Craig, W.L. (2003) *Philosophical Foundations of a Christian Worldview*. Downers Grove, IL: InterVarsity Press.
- [33] Neves, J.C.S. (2020) Proposal for a degree of scientificity in cosmology. *Foundations of Science* 25(3): 857-878.
- [34] Pandarakalam, J.P. (2013) Marian apparitions and discarnate existence. Royal College of Psychiatrists <https://rcpsych.ac.uk/docs/default-source/members/sigs/spirituality-spsig/james-pandarakalam-marian-apparitions-and-discarnate-existence-x.pdf> (accessed on 20/8/2021).

- [35] Pandarakalam, J.P. (2019) Understanding Medjugorje apparitional experiences: medical and parapsychological perspectives. *American Journal of Psychiatry and Neuroscience* 7(4): 126-141.
- [36] Pearcey, N.R. and Thaxton, C.B. (1994) *The Soul of Science: Christian Faith and Natural Philosophy*. Wheaton, IL: Crossway Books.
- [37] Provine, W. (1988) Scientists, face it! Science and religion are incompatible. *The Scientist* (September 1988) <http://www.the-scientist.com/opinion-old/scientists-face-it-science-and-religion-are-incompatible-62695> (accessed on 20/7/2020).
- [38] Reichenbach, B.R. (2021) Christianity, science, and three phases of being human. *Zygon* 56(1): 96-116.
- [39] Russell, R.J. (2008) *Cosmology: From Alpha to Omega*. Minneapolis: Fortress Press.
- [40] Scott, E. (1995) Science and Christianity are compatible – with some compromises. *The Scientist* (January 1995), <http://www.the-scientist.com/opinion-old/science-and-christianity-are-compatible--with-some-compromises-58686> (accessed on 21/7/2020).
- [41] Sixbert, S. and Mutabazi, P. (2021) The Bible and science: the relationship between science and Christianity. *Science & Philosophy* 9(1): 7-29.
- [42] STERA Inc. (2021) The shroud of Turin website. <http://www.shroud.com> (accessed on 30/9/2021).
- [43] Strobel, L. (1998) *The Case for Christ: A Journalist's Personal Investigation of the Evidence for Christ*. Michigan: Zondervan Publishing House.
- [44] Tenneson, M.G., Bundrick D. and Stanford, M.S. (2014) Faith and science integration: surveys and findings. *Proceedings of the 2014 Faith and Science Conference*, pp. 319-352.
- [45] Tenneson, M.G., Bundrick D. and Stanford, M.S. (2015) A new survey instrument and its findings for relating science and theology. *Perspectives on Science and Christian Faith* 67(3): 200-222.
- [46] Tesoriero, R. (2021) Reason to believe. <https://reasontobelieve.com.au> (accessed on 30/9/2021).
- [47] Ungureanu, J.C. (2021) From divine oracles to the higher criticism: Andrew D. White and the warfare of science with theology in Christendom. *Zygon* 56(1): 209-233.
- [48] Waldrop, M.M. (2011) Religion: faith in science. *Nature* 470(7334): 323-325.

- [49] Wang, X. (2020) Axiomatization of the symbols system of classic of changes: the marriage of oriental mysticism and the western scientific tradition. *Foundations of Science* 25(2): 315-325.
- [50] White, A.D. 1896. *A History of the Warfare of Science with Theology in Christendom*. 2 Vols. New York: D. Appleton & Co.
- [51] Wikipedia (2020) Relationship between religion and science. http://en.wikipedia.org/wiki/Relationship_between_religion_and_science (accessed on 21/7/2020).
- [52] Wikipedia (2021) List of Marian apparitions. http://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Marian_apparitions (accessed on 30/9/2021).
- [53] Wright, N.T. (2003) *The Resurrection of the Son of God*. Minneapolis: Fortress Press.

Epistemic logic for metadata modelling from scientific papers on COVID-19

Simone Cuconato[♦]

Abstract

The field of epistemic logic developed into an interdisciplinary area focused on explicating epistemic issues in, for example, artificial intelligence, computer security, game theory, economics, multiagent systems and the social sciences. Inspired, in part, by issues in these different ‘application’ areas, in this paper I propose an epistemic logic **T** for metadata extracted from scientific papers on COVID-19. More in details, I introduce a structure $\mathcal{S}$ to syntactically and semantically modelling metadata extracted with systems for extracting structured metadata from scientific articles in a born-digital form. These systems will be considered, in the logical model created, as ‘Metadata extraction agents’ (MEA). In this case MEA taken into consideration are CERMINE and TeamBeam. In an increasingly data-driven world, modelling data or metadata means to help systematise existing information and support the research community in building solutions to the COVID-19 pandemic.

Keywords: epistemic logic; applied non-classical logics; metadata modelling; COVID-19 pandemic

[♦] Department of Computer Science, Modelling, Electronics and Systems Engineering, University of Calabria, Via P.Bucci, 87036, Rende (CS), Italy. simone.cuconato@unical.it

[†] Received: 2021-09-01; Accepted: 2021-12-25; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.652. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©Simone Cuconato.

1. Role of (meta)data in managing COVID-19 pandemic

We are living in the age of big data, advanced analytics, and data science. The art of data science [5] has attracted increasing interest from a wide range of domains and disciplines. In the last few decades, the advent of computers and later the World Wide Web (WWW) has changed human civilization in a radical way. Now we live in a world which is being overloaded with data and information. WWW has also influenced the overall growth in scientific literature. In the light of a report issued by International Association of Scientific, Technical and Medical Publishers, there is an increase in publishing scientists by 4–5% annually. Naturally, the situation intensified during the pandemic. In just twelve months, major databases have been flooded with research articles, letters, reviews, notes, and editorials related to COVID-19¹.

As the number of scientific literature increases quickly, getting access to the core information of scientific papers easily and fast is becoming more and more important. With this core information, we can improve both the quality and efficiency of information retrieval, literature search engine and research trend prediction. In the information world, at the most elementary level, metadata are defined as ‘data about data’ [12,15]. Metadata is broadly classified into three types by NISO (2004) [13] that includes descriptive, structural and administrative. Descriptive metadata is used for discovery and identification, structural metadata helps in determining how a paper is organized, while administrative metadata provides information regarding resource management. In the context of research articles, metadata is usually of descriptive nature. It provides a brief overview of a scientific article by providing information such as the title of an article, its authors and keywords etc. Hence, researchers tend to decide paper relevance with their domain of interest-based on metadata information such as title, abstract, references, authors, citing articles and affiliations. In addition to that, digital research repositories also make use of metadata in order to provide support regarding literature acquisition for the research community. Ultimately, whether descriptive, administrative or structural, metadata share a single multifunctional goal: to contribute to a clearer and more modular management

¹ It is estimated that 23,634 unique published articles have been indexed on Web of Science and Scopus between 1 January and 30 June 2020.

of digital objects and content retrieval. Automated metadata extraction enables the direct extraction of metadata from document sources. However, metadata extraction is a complicated task and poses the following challenges:

- It is hard to determine whether an extracted item from a scientific paper is representative or not.
- To the best of our knowledge, there is not a public labeled dataset, even an effective and widely accepted annotation rules.
- Although all scientific papers follow a common writing rule, the metadata may be flexible enough to appear in any section, making the metadata extraction very challenging.

Various tools and frameworks exist to automatically extract this information from PDF documents. Systems such as CERMINE or TeamBeam, for example, are able to automatically extract metadata from specific document sources.

CERMINE [16, 17] is a comprehensive open-source system for extracting structured metadata from scientific articles in a born-digital form. The system is based on a modular workflow and the implementations of most steps are based on supervised and unsupervised machine-learning techniques.

The TeamBeam algorithm [10] has been developed to provide a flexible tool to extract a wide array of meta-data from scientific articles. At its core, TeamBeam is a supervised machine learning algorithm, where labelled training examples are used to learn a classification scheme for the individual text elements of an article. The main goal of this paper is the modelling of metadata extracted from scientific papers on COVID-19 through the application of epistemic logic [3].

2. Epistemic Logic: Syntax, Semantics and Axioms

Since Hintikka's [6] epistemic logic [18, 19], the logic of knowledge, has been a subject of research in philosophy [7], computer science [4], artificial intelligence [11] and game theory [1, 9]. Hintikka provided a semantic interpretation of epistemic and belief operators which we can present in terms of standard possible world semantics along the following lines:

$K_a\varphi$: in all possible worlds compatible with what a knows, it is the case that φ

Definition 2.1 [Syntax of $\mathcal{L}_K$] The epistemic language $\mathcal{L}_K$ is defined as follows:

$$\varphi := p \mid \neg\varphi \mid \varphi \wedge \varphi \mid K_a\varphi$$

where $p \in \mathcal{P}$, $a \in \mathcal{A}$, $\mathcal{A}$ is a finite set of agents, and $\mathcal{P}$ is a countable set of atomic sentences.

Besides the standard Boolean operators, this language contains the epistemic constructions $K_a\varphi$ which we read as ‘agent a knows (that) φ ’. Note that an agent may be a human being, a player in a game, a robot, a machine, a ‘process’, or in our case a ‘Metadata extraction agent’ (MEA).

To build an interpretation, I first introduce the concept of an epistemic model, given by a set of possible worlds and, for each agent a in a given finite set $\mathcal{A}$, a binary relation, representing agent a ’s subjective epistemic indistinguishability:

Definition 2.2 [Epistemic Model] Given a set $\mathcal{P}$ of primitive propositions and a set $\mathcal{A}$ of agents, an epistemic model is a structure $M: \langle W, R^{\mathcal{A}}, V^{\mathcal{P}} \rangle$ where

- $W \neq \emptyset$ is a set of possible worlds;
- $R^{\mathcal{A}}$ is a function, yielding an accessibility relation $R_a \subseteq W \times W$ for each agent $a \in \mathcal{A}$;
- $V^{\mathcal{P}}: W \rightarrow (\mathcal{P} \rightarrow \{\text{true}, \text{false}\})$ is a function that, for all $p \in \mathcal{P}$ and $w_i \in W$, determines what the truth value $V^{\mathcal{P}}(w_i)(p)$ of p is in world w .

Definition 2.3 [Semantics of $\mathcal{L}_K$]: Given a model $M: \langle W, R^{\mathcal{A}}, V^{\mathcal{P}} \rangle$, I define what it means for a formula φ to be true in (M, w_i) , written $M, w_i \models \varphi$, inductively as follows:

$$\begin{array}{lll} M, w_1 \models p & \text{iff} & V(w_1)(p) = \text{true for } p \in \mathcal{P} \\ M, w_1 \models \varphi \wedge \psi & \text{iff} & M, w_1 \models \varphi \text{ and } M, w_1 \models \psi \\ M, w_1 \models \neg\varphi & \text{iff} & \text{not } M, w_1 \models \varphi \text{ (often written } M, w_1 \not\models \varphi) \\ M, w_1 \models K_a\varphi & \text{iff} & M, w_2 \models \varphi \text{ for all } w_2 \text{ such that } w_1 R_a w_2 \end{array}$$

Definition 2.4 [Axioms and Inference Rules] The proof system of epistemic logic that I use is axiomatized by using the axiom of T and the rule of modus ponens and necessitation. The full system is presented in Table 1:

K	$\vdash K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$
T	$\vdash K_a\varphi \rightarrow \varphi$
MP	if $\vdash \varphi \rightarrow \psi$ and $\vdash \varphi$, then ψ
NEC	if $\vdash \varphi$, then $K_a\varphi$

Table 1

The reflexivity of R guarantees that the principle

$$T \quad K_a\varphi \rightarrow \varphi$$

is valid.

3. The ‘Metadata Extraction Logic’ Model

Let us now see how to adapt the standard epistemic logic to metadata modelling. At the syntactic level I use only one particular kind of proposition $p_{\mathcal{E}}$

$$p_{\mathcal{E}} =_{def} \mathcal{E}_{m_i}^{d_i}$$

where $\mathcal{E}_{m_i}^{d_i}$ reads ‘extracts metadata m_i from document d_i ’.

Definition 3.1 [Syntax of $\mathcal{L}_{K_{\mathcal{E}}}$] Let $\mathcal{P}_{\mathcal{E}}$ be a set of primitive propositions and $\mathcal{F}$ a set of framework symbols. Then I define the language $\mathcal{L}_{K_{\mathcal{E}}}$ by the following BNF:

$$\varphi := p_{\mathcal{E}} | \neg\varphi | \varphi \wedge \varphi | K_a\varphi$$

where $p_{\mathcal{E}} \in \mathcal{P}_{\mathcal{E}}$ and $a \in \mathcal{F}$.

On a semantic level I replace the concept of possible world with that of *possible extraction*.

Definition 3.2 [Epistemic Model] Given a set $\mathcal{P}_{\mathcal{E}}$ of primitive propositions and a set $\mathcal{F}$ of frameworks/MEA, an epistemic model is a structure $M: \langle E, R^{\mathcal{F}}, V^{\mathcal{P}_{\mathcal{E}}} \rangle$ where

- $E \neq \emptyset$ is a set of possible extractions;
- $R^{\mathcal{F}}$ is a function, yielding an accessibility relation $R_a \subseteq E \times E$ for each agent

$a \in \mathcal{F}$;

- $V^{\mathcal{P}_\varepsilon}: E \rightarrow (\mathcal{P}_\varepsilon \rightarrow \{\text{true}, \text{false}\})$ is a function that, for all $p_\varepsilon \in \mathcal{P}_\varepsilon$ and $e_i \in E$, determines what the truth value $V^{\mathcal{P}_\varepsilon}(e_i)(p_\varepsilon)$ of p_ε is in extraction e .

Definition 3.3 [Semantics of $\mathcal{L}_{K_\varepsilon}$]: Given a model $M: \langle E, R^\mathcal{F}, V^{\mathcal{P}_\varepsilon} \rangle$, I define what it means for a formula φ to be true in (M, e_i) , written $M, e_i \models \varphi$, inductively as follows:

$$\begin{array}{lll} M, e_1 \models p_\varepsilon & \text{iff} & V(e_1)(p_\varepsilon) = \text{true} \text{ for } p_\varepsilon \in \mathcal{P}_\varepsilon \\ M, e_1 \models \varphi \wedge \psi & \text{iff} & M, e_1 \models \varphi \text{ and } M, e_1 \models \psi \\ M, e_1 \models \neg \varphi & \text{iff} & \text{not } M, e_1 \models \varphi \\ M, e_1 \models K_a \varphi & \text{iff} & M, e_2 \models \varphi \text{ for all } e_2 \text{ such that } e_1 R_a e_2 \end{array}$$

Definition 3.4 [Epistemic Metadata Extraction Structure] A $\mathcal{S}$ structure is of the form $\mathcal{S} = \langle \mathcal{F}, E, \mathcal{P}_\varepsilon, M, D \rangle$, where:

$\mathcal{F} = \{a, b, c, \dots\}$ is a non-empty finite set of MEA,

$E = \{e_1, \dots, e_m\}$ is a non-empty set of possible extractions ($|E| = m \in \mathbb{N}$),

$\mathcal{P}_\varepsilon = \{p_{\varepsilon_1}, \dots, p_{\varepsilon_m}\}$ is a non-empty set of propositions ($|\mathcal{P}_\varepsilon| = m \in \mathbb{N}$),

$M = \{m_1, \dots, m_m\}$ is a non-empty set of metadata ($|M| = m \in \mathbb{N}$),

$D = \{d_1, \dots, d_m\}$ is a non-empty set of documents ($|D| = m \in \mathbb{N}$).

$\mathcal{S}$ is a structure in which possible extractions E occur. $\mathcal{F}$ is the set of MEA, while $\mathcal{P}_\varepsilon$ is the set of epistemic propositions. M is the set of metadata and D is the set of documents (papers on COVID-19).

I define, in more detail, how it is possible to systematically determine the truth value of a formula in the structure $\mathcal{S}$. In propositional logic, whether p is true or not ‘depends on the situation’. In $\mathcal{S}$ a proposition p_ε ‘is true in e on condition that it is true in all possible extractions accessible from e ’, and since p_ε has the form $\mathcal{E}_{m_i}^{d_i}$ I write that it is true (T) or false (F) that ‘in the extraction e_i a MEA extracts the metadata m_i from the document d_i ’ as follows

$$\underbrace{\mathcal{E}_{m_i}^{d_i}}_{e_i} = \text{T/F}$$

Definition 3.5 [Axioms and Inference Rules] The proof system of metadata extraction logic model that I use is axiomatized by using the axiom of T and

the rule of modus ponens and necessitation. The system is presented in Table 2:

System	Rules	Axioms	Relation R	Figure
T	MP and NEC	$K_a(\varphi \rightarrow \psi) \rightarrow (K_a\varphi \rightarrow K_a\psi)$ $K_a\varphi \rightarrow \varphi$	R is reflexive	$\begin{array}{c} a \\ \curvearrowright \\ \mathcal{E}_{m_i}^{d_i} \\ \underbrace{\phantom{\mathcal{E}_{m_i}^{d_i}}}_{e_i} \end{array}$

Table 2

For example, in the graph we have a situation in which given an input document and two metadata, a MEA knows that four possible extractions can occur: the extraction in which both metadata are correctly extracted, the extraction in which metadata one is correctly extracted while metadata two is not, the extraction in which metadata two is correctly extracted while metadata one is not, and finally the extraction in which both metadata are not correctly reported.

$$\begin{array}{cc}
 \begin{array}{c} a \\ \curvearrowright \\ \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1} \\ \underbrace{\phantom{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}}}_{e_1} \end{array} & \begin{array}{c} a \\ \curvearrowright \\ \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1} \\ \underbrace{\phantom{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}}}_{e_2} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} a \\ \curvearrowright \\ \neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1} \\ \underbrace{\phantom{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}}}_{e_3} \end{array} & \begin{array}{c} a \\ \curvearrowright \\ \neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1} \\ \underbrace{\phantom{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}}}_{e_4} \end{array}
 \end{array}$$

4. Metadata Modelling

Let us now consider that we need to extract four metadata – title, author, keywords and journal – from three documents/scientific articles using two different MEA: CERMINE framework a and TeamBeam algorithm b . The first document d_1 concerns a medical article presenting the progress of scientific knowledge in the first five months after the start of the pandemic[8]. The second document d_2 concerns Italian research focused on the development of ‘monoclonal-type’ plastic antibodies based on Molecularly Imprinted Polymers (MIPs) able to selectively bind a portion of the novel coronavirus SARS-CoV-2 spike protein to block its function and, thus, the infection

process [14]. The latest document d_3 concerns a comprehensive quantitative analysis of Omicron's infectivity, vaccine-breakthrough, and antibody resistance [2].

Consider the following structure $\mathcal{S} = \langle \mathcal{F}, E, \mathcal{P}_E, M, D \rangle$:

$$\mathcal{F} = \{a, b\};$$

$$E = \{e_1, \dots, e_m\};$$

$$\mathcal{P}_E = \{p_{\varepsilon_1}, \dots, p_{\varepsilon_m}\}$$

$$M = \{m_1, m_2, m_3, m_4\}$$

$$D = \{d_1, d_2, d_3\}$$

Given document d_1 and MEA a the following scenario occurs:

$$\begin{array}{cccc}
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_1} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_2} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_3} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_4} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_5} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_6} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_7} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_8} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_9} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{10}} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{11}} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{12}} \end{array} \\
 \\
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{13}} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{14}} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{15}} \end{array} &
 \begin{array}{c} a \\ \sim \\ \underbrace{\neg \varepsilon_{m_1}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_2}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_3}^{d_1}, \neg \varepsilon_{m_4}^{d_1}}_{e_{16}} \end{array}
 \end{array}$$

MEA a correctly extracts all metadata and therefore extraction e_1 occurs:

- $\underbrace{\varepsilon_{m_1}^{d_1}}_{e_1} = \text{T}$
- $\underbrace{\varepsilon_{m_2}^{d_1}}_{e_1} = \text{T}$

- $\underbrace{\mathcal{E}_{m_3}^{d_1}}_{e_1} = T$
- $\underbrace{\mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_1} = T$

Given document d_1 and MEA b the following scenario occurs:

$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_1}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_2}$	$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_3}$	$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_4}$
$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_5}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_6}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_7}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_8}$
$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_9}$	$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{10}}$	$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{11}}$	$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{12}}$
$\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{13}}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{14}}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{15}}$	$\underbrace{\neg \mathcal{E}_{m_1}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_2}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_3}^{d_1}, \neg \mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_{16}}$

MEA b does not correctly extract the metadata m_3 and therefore extraction e_3 occurs:

- $\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_1}}_{e_3} = T$
- $\underbrace{\mathcal{E}_{m_2}^{d_1}}_{e_3} = F$
- $\underbrace{\mathcal{E}_{m_3}^{d_1}}_{e_3} = T$
- $\underbrace{\mathcal{E}_{m_4}^{d_1}}_{e_3} = T$

With the first document d_1 , MEA a correctly extracts all metadata, while MEA b extracts three out of four metadata. These extractions can be represented by the model

of Figure 1

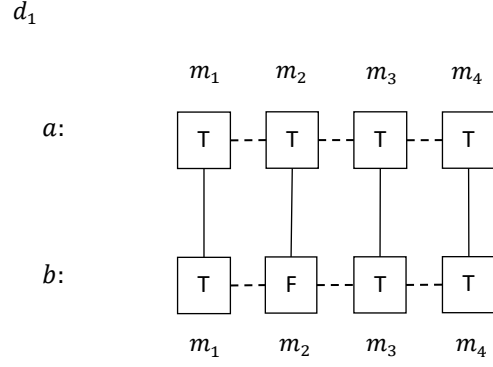


Figure 1: The model of $\mathcal{S}$ in d_1

With the second document d_2 using MEA a the extraction e_4 is realised, while with MEA b the extraction e_2 is realised

$a:$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_2}}_{e_4} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_2}^{d_2}}_{e_4} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_3}^{d_2}}_{e_4} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_4}^{d_2}}_{e_4} = F$	$b:$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_2}}_{e_2} = F$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_2}^{d_2}}_{e_2} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_3}^{d_2}}_{e_2} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_4}^{d_2}}_{e_2} = T$
---	---

These metadata extractions can be represented by the model of Figure 2

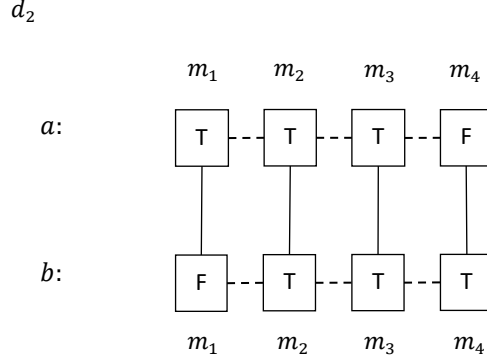


Figure 2: The model of $\mathcal{S}$ in d_2

Lastly, with the third document d_3 using MEA a the extraction e_1 is realised, while with MEA b the extraction e_{16} is realised

$a:$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_2}}_{e_1} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_2}^{d_2}}_{e_1} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_3}^{d_2}}_{e_1} = T$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_4}^{d_2}}_{e_1} = T$	$b:$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_1}^{d_2}}_{e_{16}} = F$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_2}^{d_2}}_{e_{16}} = F$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_3}^{d_2}}_{e_{16}} = F$ $\underbrace{\mathcal{E}_{m_4}^{d_2}}_{e_{16}} = F$
--	--

These metadata extractions can be represented by the model of Figure 3

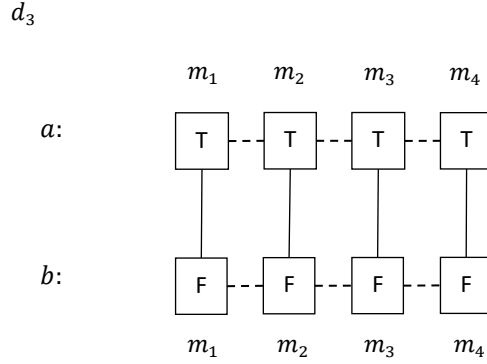


Figure 3: The model of $\mathcal{S}$ in d_3

The models seen above were focused on the representation of a single document. However, a fundamental aspect of metadata modelling is to be able to focus on the single metadata. For this reason, I propose a second representation of the extracted metadata in $\mathcal{S}$. In Figure 4, 5, 6 and 7 I highlight how the extraction systems behaved in each single extraction. When the metadata is reported correctly the box is white, while when it is reported incorrectly then the box is grey.

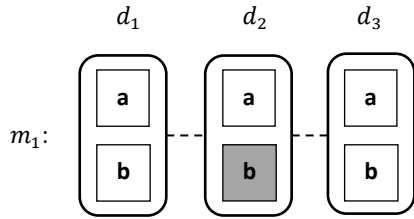


Figure 4

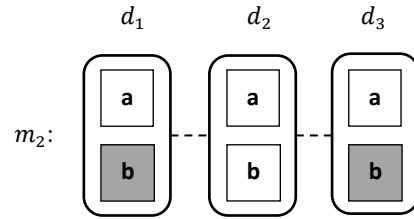


Figure 5

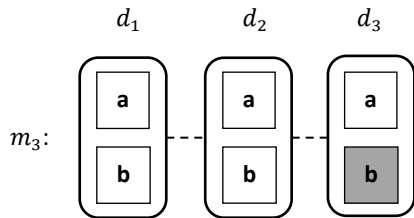


Figure 6

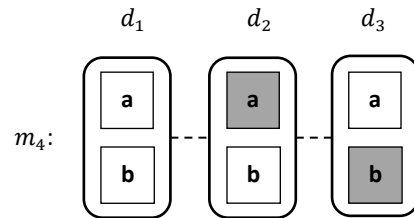


Figure 7

5. Conclusions

There is no doubt that the potential of data science and analytics to enable data-driven theory, economy, and professional development is increasingly being recognized. This involves not only core disciplines such as computing, informatics, and statistics, but also logic, ethic or the broad-based fields of business, social science, and health/medical science. However, one should be mindful that data without a model is just noise. Motivated by the preceding concerns and observations, in this paper I have presented a logical modelling of metadata extracted from scientific papers on COVID-19. In an increasingly data-driven world, modelling data or metadata means to help systematise existing information and support the research community in building solutions to the COVID-19 pandemic.

References

- [1] Bonanno, P., Battigalli, G. 1999, ‘Recent results on belief, knowledge and the epistemic foundations of game theory’, *Research in Economics*, Volume 53, Issue 2, pp. 149-225.
- [2] Chen, J., Wang, R., Benovich Gilby N., Wei G-W., ‘Omicron (B.1.1.529): Infectivity, vaccine breakthrough, and antibody resistance’ (*forthcoming*).
- [3] Cuconato, S. 2021, ‘Epistemic logic and CERMINE: a logical model for automatic extraction of structured metadata’, *Science & Philosophy – Journal of Epistemology, Science and Philosophy*, 9 (1), pp. 161-172.
- [4] Fagin, R., Halpern, J. Y., Moses, Y., Vardi, M. Y. 1995, *Reasoning About Knowledge*. The MIT Press: Cambridge.
- [5] Graham, M. J. 2012, ‘The art of data science’, In *Astrostatistics and Data Mining*, Springer Series in Astrostatistics, Vol. 2. 47—59.
- [6] Hintikka, J. 1962, *Knowledge and Belief: An Introduction to the Logic of the Two Notions*, Second edition, Vincent F. Hendriks and John Symons (eds.), (Texts in Philosophy, 1), London: College Publications.
- [7] Hintikka, J. 1986, ‘Reasoning about knowledge in philosophy’, In J. Y. Halpern, editor, *Proceedings of TARK*, Morgan Kaufmann: San Mateo, CA.

- [8] Hua Li, Zhe Liu, Junbo Ge, 2020, ‘Scientific research progress of COVID-19/SARS-CoV-2 in the first five months’, *Journal of Cellular and Molecular Medicine*.
- [9] Jackson M. and Zenou, Y. 2014, ‘Games on networks’, In Peyton Young and Shmuel Zamir, editors, *Handbook of Game Theory*, volume 4. Elsevier Science.
- [10] Kern, R., Jack, K., Hristakeva, Granitzer, M. 2012, ‘TeamBeam - Meta-Data Extraction from Scientific Literature’, *Computer Science D Lib Mag*.
- [11] Meyer, Ch. and van der Hoek, W. 1995, *Epistemic Logic for AI and Computer Science*, Cambridge University Press.
- [12] J. Pomerantz. *Metadata*, MIT Press Ltd. 2015.
- [13] NISO 2004, *Understanding metadata*, 4733 Bethesda Avenue, Suite 300, Bethesda, MD 20814 USA: NISO
- [14] Puoci, F., Parisi, O. I. 2020, ‘“Monoclonal-type” plastic antibodies for SARS-CoV-2 based on Molecularly Imprinted Polymers’ (*forthcoming*).
- [15] Rovella, A. 2019, ‘Metadata consistency and coherence in the digital management and preservation process of administrative records’, *AIDAInformazioni*, numero 1-2, pp. 75-97.
- [16] Tkaczyk, D., Szostek, P., Jan Dendek, P., Fedoryszak, M., Bolikowski. Ł. 2014, ‘CERMINE — automatic extraction of metadata and references from scientific literature’, *Conference: 2014 11th IAPR International Workshop on Document Analysis Systems*.
- [17] Tkaczyk, D., Szostek, P., Jan Dendek, P., Fedoryszak, M., Bolikowski. Ł. 2015, ‘CERMINE — automatic extraction of metadata and references from scientific literature’, *International Journal on Document Analysis and Recognition (IJDAR)*. Springer.
- [18] van Ditmarsch, H., van der Hoek, W. and Kooi, B. 2007, *Dynamic Epistemic Logic*, Synthese Library, Volume 337, Netherlands: Springer.
- [19] van Ditmarsch, H., Halpern, J., van Der Hoek, W. and Kooi, B. 2015, *Handbook of Epistemic Logic*, College Publications.

Consciousness, time and science epistemology: an existentialist approach

Jorge Julián Sánchez Martínez*

Abstract

In this work, the author presents an updated state-of-the-art study about the fundamental concept of time, integrating approaches coming from all branches of human cognitive disciplines. The author points out that there is a rational relation for the nature of time (*arché*) coming from humanistic disciplines and scientific ones, thus proposing an overall vision of it for the first time. Implications of this proposal are shown providing an existentialist approach to the meaning of “time” concept.

Keywords: Time, Science, Consciousness, Existentialism, Metaphysics[†].

*EX PRAETERITO, PRAESENS PRUDENTER AGIT, NE FUTURA ACTIONE
DETURPET*

Tiziano (1565 approx.)

* *ACESyD, S.L.*, CEO. C/Maestro Clavé 1, pta. 6. 46001 Valencia (Spain). E-mail address: jsanchez@acesyd.com.

[†] Received: 2021-07-23; Accepted: 2021-12-15; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.630.
©Sanchez-Martinez. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1. Introduction

Time, so close and prolifically used, but at the same time so diffuse for humanity its ultimate nature. Already in the fifth century, “Agustín de Hipona” expressed his feeling about the real knowledge of the nature of time in the following sentence, which remains still valid generically:

"What's time? If no one asks me, I know indeed. If I wanted to explain it to someone asking me, I feel myself unable"

(Confessions)

The concept of time is highly important in all human cognitive disciplines, is very intricate as it involves a series of facets, each of them demanding a particular special multidisciplinary analysis. Already from the beginning of our intellectual cognitive scheme (VI century BC), time appears as the "judge" of the events in Nature. Anaximander tells us, according to the few direct testimonies of his work, something like:

"The principle (arjè) of all things is the indeterminate (ápeiron). Now, where a genesis for things happens, also destruction accomplishes, according to necessity; indeed, they pay the blame to each other and the reparation of injustice, according to the order of time" [1].



Allegory of time, by Tiziano (1490-1576). London National Gallery (cf. Wikipedia)

In fact, we could affirm that since the beginning of our structural system of scientific knowledge time appears in the concept later developed and systematized by Leibniz as an expression of cause-effect relationships, where this parameter plays a fundamental role in the explanation of nature. Already in the XIX-XX century with the advent of Relativity this relation of order in principle consistent with the human feeling is broken by Einstein's definition of time as "imaginary" magnitude, basically to make

mathematically consistent his novel concept of space-time with Riemannian geometries, according to Minkowski introduction of the mathematical framework for Relativity in his famous 1908 Cologne lecture[‡] on “space time” [2]. This is the beginning of a major cognitive misunderstanding in the human knowledge structure with respect to time. All the XXth century and first quarter of XXIst this incomprehension has predominated the fruitless multidisciplinary dialogues about nature of time. As an example, P.Yourgrau supports Gödel's thesis of the inconsistency between the human feeling of the temporal flow and the epistemological definition of Einstein's Relativity [3], thus suggesting the disappearance of time as a cognitive entity. A statement certainly meaningless, but showing the degree of bewilderment in this matter of "imaginary" time introduced by Relativity.

In Epistemology of Physics, the problem of time is a conceptual conflict between “general relativity” and “quantum mechanics” theories. In the last, flow of time is regarded as universal and absolute, whereas general relativity regards the flow of time as malleable and relative [4]. This problem raises the question of what time really is in a physical sense and whether it is truly a real, distinct phenomenon. It also involves the related question of why time seems to flow in a single direction [5], [6], [7]. Though it is recognized, for macroscopic systems, the directionality of time is directly linked to “first principles” such as the Second law of Thermodynamics, thus Universe concerned [8]. This is the so called “Thermal Time Hypothesis”.

Very recently, the author of this paper proposes a topological definition of time making naturally a one-to-one map between the mathematical ontology of time and human feeling of time [13]. What is more, he shows mathematically the univoque correspondence between “Time of relativity”, “human feeling of time” and “ontology of time”. Thus, the misunderstanding between science and other cognitive disciplines for this fundamental parameter is almost over.

The objective of the following sections is to present an existentialist approach to time essence, after clearly established the mathematical nature of it in my previous work. This approach is possible once the above definition of its ontology is integrated with the other characteristics identified to complete the overall description of “time”.

2. Time idea through time: a brief[§]

Roughly speaking, we could say time is one of the dimensions of the “spatio temporale” reference system human beings use to describe reality: the dimension allowing us a comprehension of the dynamics of things. In a static world, time is a superfluous

[‡] “Henceforth space by itself, and time by itself, are doomed to fade away into mere shadows, and only a kind of union of the two will preserve an independent reality. . .”

[§] For a detailed and multidisciplinary exposition on the item, [12]. Our aim here is a basic historical introduction to the problematic of the misunderstanding in XXth century concerning “time definition” recently solved by J.J. Sánchez in [13].

concept. We introduce time into our conceptual apparatus to be able to talk about changes and movements. By the way, it's also worth pointing out that time is also meaningless in an eternity framework.

As stated before, Ionic school, with Anaximander (VI BC), provides a first somewhat poetic identification for the meaning of "time": the "judge" who imposes order on natural events.

Aristotle (IV BC) begins his analysis of time by noting that there is no time without movement, without any one-to-one identification between them. Time is an aspect, a dimension of movement; enabling us to order events (according to the "before" and "after") within the movement, [14]. If time is the measure of motion, motion is in turn (for example, in clocks) the measure of time. In fact, time and movement measure each other. Newton (1642–1727) basically agrees with this hypothesis, developing the concept of "absolute time" splitting, thus differentiating, the nature of time from the measurement of it. (*Principia Mathematica*, Escolio 1st). For Kant (1744–1804), following Newton's arguments, time and space are homogeneous. But above all they are conditions "*a priori*" for all our experience and knowledge.

On the other hand, Leibniz (1646-1716) was the one introducing the idea of "order" related to the notion of time. Concerning this first appearance of the concept of causality in relation to time, the German mathematician and philosopher wrote: "I have pointed out many times that I consider space, as well as time, as something purely relative: space describes the order of existence, and time describes the order of a sequence". In other words, "space" from the point of view of possibility describes the order of things existing simultaneously. Thus, Leibniz considered space and time in association with the changes of material objects, being time the framework for causality and space the framework for simultaneity. This last concept supposed to be absolute..... for time being. We'll come back to this. Just remarking at this point that this idea of complete order "in time" is the way for a first mathematical topological assessment of

time: Leibniz associated this order in time with the Real Line, which mathematically has a total order.

XIXth century, as a conceptual prologue to the development of modern physics, pushes the XXth to a disruptive and -in principle- tragic leap in relation to the temporal concept. Indeed, the appearance of Einstein's theories and their mathematical framework as Minkowski spaces has conceptually three major effects:

- 1 Disappearance of absolute simultaneity. "Absolute motion" concept is already rid away, at the beginning of the scientific method age (Galilean dynamics transformations related to cinematics).
- 2 Space-time interrelated (Lorentz-Einstein-Poincaré transformations).

3 Postulation of nature of time magnitude as "imaginary number", which brings as an immediate consequence -by mathematical properties of this number- the disappearance of the total order relations inside this mathematical set: origin of the cognitive disagreement between cognitive disciplines in relation to the meaning of time, due to ignorance of the basic algebraical properties of "imaginary numbers" for non-mathematicians.

A relevant aspect that arises additionally in the XXth century is the development of the justification of the irreversible temporal arrow as a consequence of the Second Fundamental Principle of Thermodynamics, established and justified by Reichenbach [15]. Without going into deep detail, to my view, the fundamental contribution of this great work is the reasoned justification of the irreversibility of time due to fundamental laws of maximum entropy, explicitly pointing out the

difference between mathematical process description and its observational real feasibility, thus excluding mechanical considerations in any justification of temporal orientability.

Paraphrasing Reichenbach "For whatever process observed, a reverse mathematical description is always possible, but an inverse process may be unfeasible". In this way, it is worth saying that from the microscopical point of view (*statistical mechanics*), time definition coming from the non commutativity of the quantum microscopical states possible for a given macroscopic configuration provides identical result for macroscopic entropy-based time definition initially proposed by Carnot and Boltzmann from the late XIXth century. This is the thermodynamic approach to irreversibility of time.

Connes et al. [16] showed that elemental quantum transitions in particles forming a macroscopic state induce a natural self-order among them. Thus, coming from the non commutative mathematical characteristics of their quantum description, a natural flux of time naturally appears. The mathematical foundation detail is out of scope of this article, just pointing out it comes from "Tomita-Takesaki theorem" application in the "Von Neumann noncommutative algebra" set of the physical variables in a system [17]. In other words, this contribution shows that physical time has a thermodynamical origin (thermal state of the system), thus firmly demonstrating the irreversibility feature for the time-flow due to quantum considerations in the microscopic possible states for a certain macroscopic system.

Finally, C. Rovelli shows us in [18] the rational, and therefore objective, properties that completely determine the nature of time:

- 1 Concept of simultaneity is not absolute; at most, it has local validity.
- 2 Flow of time is asymmetrical for thermodynamic reasons: Reality runs from the past (determined) to the future (indeterminate) through the "now".

3 Measurement of evolution of time is relative, being the relation of the measurement between two different observers provided by the so called “Lorentz-Einstein-Poincaré transformations”.

4 Quantum features previously pointed out have an immediate additional consequence intrinsic to the nature of the theory: time does not run continuously, but at discrete intervals whose magnitude is within the order of the so-called “*Planck time*”.

5 The same author acknowledges that the similarity between the subjective time of human experience and the objective nature of the characteristics of time indicated remains unresolved. Recently, the author of this work identified and proposed a rational definition of the nature of time [13], establishing the relationship between both cognitive levels –the scientific and the empirical from human experience; thus proposing to culminate the human misunderstanding in relation to time definition. Let's proceed to summarize the proposal and add some self comments below.

3. The conceptual unification for the rational definition of time as a mathematical manifold parameterized by the subjective human experience of time flow

This author –in a former work about the subject [9] - using a topological construction has initially proposed the following definition for the nature of time (or essence):

“Ontology of magnitude of time is represented as a 1-dimensional manifold (with boundary) in the $\mathbb{R}^2$ plane (or equivalent $\mathbb{C}$ body set), oriented and embedded with respect to natural human parameterization”.

Briefing his argument developed, the key points justifying the definition rely on:

1 Distinguish between nature of time and natural parameterization of it as a mathematical -object-curve- due to human feeling of time flow, thus ordering completely the parameter set. Within this parameter set, mathematically named as covering space, measurements of time flow (or increments of time) occur.

2 Compactification of the above covering space using Alexandroff Theorem [19] and subsequent identification of the quotient topological space under the following equivalence relation: "nothing can be said of either at the beginning of Universe or at the end".

3 Identification of the equivalence class set induced by the above equivalence relation and proposal of one canonical element, as S^1 variety. Formally, one can point out the consistency with the fundamental topological *theorem of classification for 1-d manifolds* [20].

$$S^1(s): I \rightarrow \exp\left(i \frac{2\pi}{a} s\right) \subset \mathbb{C}, I \subset \mathbb{R}, \text{interval } [0, a)$$

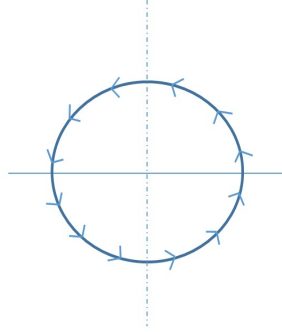


Fig.1: $\text{Im}(S^1) \subset \mathbb{C}$ geometrical representation, as defined as 1-d oriented variety.

The author points out that this definition is not equivalent as the cyclic S^1 circumference. One topological argument -not unique- behind: covering space of circumference is the $\mathbb{R}$, while covering space for the “time manifold” proposed is $[0, a)$ in the quotient topology described. This difference has induced major misunderstandings in science. As an example, and without pretending to be exhaustive, Nielsen et al. [8] had already rejected 1-d manifold as definition of time confusing the manifold with circumference. In addition, the authors show a mathematical inconsistency in the arguments provided by its definition of time as the whole set $\mathbb{R}$ defined as $(-\infty, 0) \cup [0, \infty)$. Topologically, this argumentation is redundant since once established an oriented parameterization the above indicated subsets are equivalent. We agree in their second conclusion about Second Law of Thermodynamics with a more simple (and realistic) argument: the natural feeling for humans of flow time justifying the “Thermal time hypothesis”. Thus, we demonstrate time and its flow is unique (up to homeomorphisms); in consequence, their allusion about the lack of anthropic principle in Cosmology is unfounded.

Main implications and consequences achieved and derived from the time definition are:

1 Consistent with all cosmological theories where there is a final for the Universe either in a finite or infinite steps. In any case, there is a mathematical equivalence of time as a physical fundamental magnitude under an identified quotient metric space, subset of the topological space $(\mathbb{C}, T_u)$, where “ T_u ” is the Euclidean typical topology induced by Euclidean distances. Being $\mathbb{C}$ isomorphic to $\mathbb{R}^2$ as Euclidean metric spaces. It is worth pointing out that even Conformal Cyclic Cosmology approach is compatible with this time definition [21],[22],[23].

2 The definition is unequivocally unique, taken into account the equivalency between the identified homeomorphisms, and the subsequence quotient space identified. The canonical element of this second quotient space identified provides us with the mathematical model of the magnitude "time" valid for all epistemological approaches in Science in general. And what is more, it proposes the formal relationship between the human feeling of ordered time-flow and its objective (thus, scientific) essence. Topologically, supported by the *theorem of classification for 1-d manifolds*.

3 The thermal time hypothesis is supported by the human feeling of flow time parametrization, thus completely ordering events in the covering space set of parameterization of "time curve" (the interval $I \subset \mathbb{R}$). In principle, there is no a preferred sense for time flow but thermodynamics considerations briefed by C. Rovelli indicates that once the sense chosen, this is irreversible [16], [18].

4. Time and consciousness: the existentialist cause-effect relation

Our purpose here to assess the question why, how and when our human feeling of flow time runs parallel to 2nd Law of Thermodynamics (increased Entropy, $\Delta S > 0$). Rovelli [18] briefs a deep analysis about this, establishing a consistent link between neuroscience and thermodynamics to propose a consistent answer: human feeling time is a consequence of our perception of existence, through the foundation of our self identity. Three steps for this:

1 Identification of our being with a point of view about the world, from the individual interpretation –perception- of the information collected in its interaction with "what exists". To this author's opinion, not restricted to purely empirical experiences.

2 Classification of our aforementioned perception into disjoint classes of entities physiologically reflected in dynamic and flexible neural network models [24]. According to this, our "concepts" could be formally expressed as a neural "steady-state" fixed point induced by recurrent structures resulting from the information processing.

3 The memory: matching perception with the above stored "concepts", we can extrapolate potential events arriving with our experience, thus providing a series of possible scenarios allowing us to prepare our behavior for the best adaptation of our being. Two immediate consequences:

a) Flow time appears as a consequence of the extrapolation: a monotone and continuous link from the present to the future thanks to my past experience for my optimal adaptation to the environment based on individual decision-making. It is straightforward to conclude this complete ordered set is aligned with Entropy Law, since in future always $\Delta S > 0$.

b) Existence as a final result of a continuous process: self identification/information assessment and classification/ evolutive decision making process.

For details about dynamics -non linear- of neural networks and memory processes in brain as an evolutionary capability of human beings [25], [26].

Summarizing, the topological nature of time is completed by an existentialist relation with a self-determination of our identity process, providing the parameterization of the recover space of the “time manifold”: the flow time. Mathematically, in S^1 there is no *a priori* preference for the sense of the loop, but once formally established, it remains, by the above considerations.

5. Epistemological implications in Cosmology: towards a revision of the space-time manifold for Universe?

The above definition of nature of time leads us to check implications in mathematical structure of Cosmos as 4d manifold: the so called “space time” from Einstein’s Relativity. Effectively, from Hawking and Ellis [27], and even a little before Penrose [21], [22], [28], it is generally accepted that the Universe is defined mathematically as a 4d manifold, with a Lorentzian metric and an “associated affine connection”. Starting from here, Let’s take into account the algebraic axiom – the so called “classification axiom”- to define a class or set, as a collection of mathematical objects satisfying: “a” belongs to the class $\{x:F(x)\}$ if and only if $F(a)$ is true and besides, a is a set”, accordingly to Von Neumann–Bernays–Gödel set theory (NBG). It is straightforward that both “space”-like objects and “time”-like ones -the ones coming from the proposed manifold- form the class (or set) “Universe”. To check the consistency of the argument, it is straightforward to see that the rest of axioms of N-B-G theory for class/set theory are fulfilled [29].

At this point, it is worth a comment on one of the most famous configuration models from Universe: “the “Gödel universe” [30], exact solution of the Hilbert-Einstein field equations for gravity. It defines two subspaces of the way: $\{x,t,y\}$ and $\{z\}$. The metric of the solution is given in the form

$$ds^2 = dt^2 + dx^2 - \frac{1}{2} \exp(2\sqrt{2}\omega x) dy^2 + dz^2 - 2 \exp(\sqrt{2}\omega x) dt dx$$

where $\omega > 0$ is a constant related to the Einstein’s cosmological constant Λ .

That metric is directly the sum of 2 transitive actions on its manifold: first action in (t, x, y) and the second in the z -coordinate. Thus, presenting temporal vortices leading to time closed-loops that physically (for thermodynamics considerations) are meaningless, as he immediately recognized, but from more formal topological arguments. Even tough, this author points out taking also into account NBG axiomatic for sets, Gödel’s sets identified as $\{t,x,y\}$ and $\{z\}$ are inconsistent. Effectively, if “time” is considered as a mathematical object satisfying a certain definition, be $F(t)$, the $\{x,y,z\}$ must belong to a

different set, whose $F\{x,y,z\}$ is a different predicate defining another disjoint primitive concept. The question then arising is to formally identify the consistent topology of Space time manifold as union of “time set” and “space set” using the IV axiom of NBG theory, having identified the topology of “time set”. This author’s proposal relies on the space product topology with the conditions provided for the Lorentz-Einstein Poincaré relations, semiorthogonal group $O(3,1)$, for Restricted Relativity between different observers. Be $A \in O(3,1)$, a certain automorphism between two reference systems for Universe manifold M , moving relatively at a uniform speed u .

According to Relativity, the metrics associated to each reference system is invariant under the action of A :

$$ds^2 = g_{ij}dx^i dx^j \quad i,j = 1, \dots, 4.$$

The above invariance provides a metrics dependence between both sets (-space and time-) for a certain observer; once these metrics are identified for each set, the related metric topology follows immediately, as the product of each topological (sub)space. So, formally we are in a position to conjecture that topologically space-time manifold, let $\mathcal{M}$, can be expressed as:

$$\mathcal{M} \sim (Y, T_d) \times S^1.$$

Being (Y, T_d) the topological set for “space set”, induced by the metrics chosen in the set. S^1 is the canonical element for the oriented 1d manifold defining “nature of time” proposed in this work.

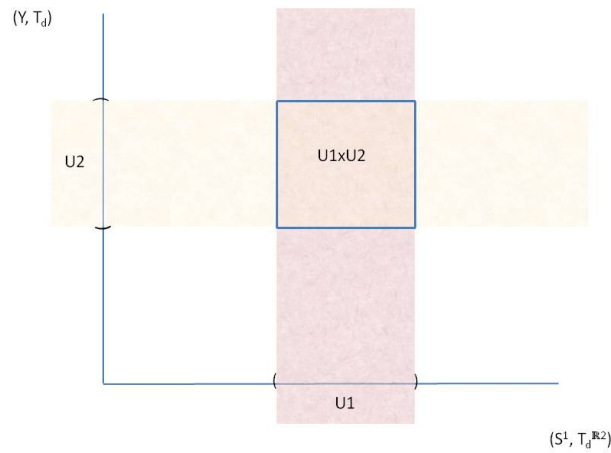


Fig.2: Conceptual schema showing the topological construction of topology proposed of “space time” 4 d manifold as a product space. U_1, U_2 are open sets in the respective original topological spaces.

An additional hypothesis can be added: if (Y, T) is simply connected and compact, Perelman in 2002 [31] demonstrated the Poincaré's conjecture, thus allowing us to propose the following conjecture:

$$\mathcal{M} \sim S^3 \times S^1, \text{ being unique (up to isomorphisms).}$$

The mathematical expression of Universe is unique. Thus, conception of Universe is unique.

The 3-sphere, S^3 , centered on the origin and with radius 1 is called 3-unit sphere or 3-sphere unit. It can be described as a subset of $\mathbb{R}^4$ as expressed above, or $\mathbb{C}^2$, or $\mathbb{H}$ (quaternion) [32]**.

$$S^3 = \{q \in \mathbb{H}, ||q|| = 1\}$$

Quaternions are generally represented in the form:

$$q = a + be_1 + ce_2 + de_3$$

Where "a", "b", "c", and "d" are real numbers, and e_1, e_2, e_3 are the fundamental *quaternion units*.

* (multiplication)	1	e_1	e_2	e_3
1	1	e_1	e_2	e_3
e_1	e_1	-1	e_3	$-e_2$
e_2	e_2	$-e_3$	-1	e_1
e_3	e_3	e_2	$-e_1$	-1

Table 1: Caley's table for quaternion base elements for multiplication, showing the non commutative characteristic.

The 3-sphere is the simplest mathematical space belonging topologically to the so called family "homological spheres". J.P.Lamiet has claimed in [33] that 2003-2006 WMAP data for the cosmic microwave background radiation reveals that the shape of the Universe may geometrically fit with sets belonging to these "spheres

** In this paper, the quaternion is inserted as an hypothesis. Here, our contribution shows that quaternion is the natural way to describe mathematically physical Universe as the simplest homological sphere, as a 3d manifold.

topological families”. Further study is in progress to assess implications of this affirmation, including geometrical assessments about finite intrinsic positively curved sets in this type of 3-d manifolds.

Summarizing, our definition of nature of time leads to an unique mathematical conception of Cosmos (up to isomorphism) whose manifold can be computed and viewed globally, as opposed to most of approximations in this topic are developed up to now [34].

6. Conclusions

This work has shown a mathematical assessment, by topological analysis, of the ontological definition of the fundamental magnitude of time justifying an existentialist source of it. Some implications in Science epistemology also provided:

1 The idea of time is a subjective idea; thus a consequence related to the awareness of our existence. Without this awareness, the Universe is, as Rovelli affirms, a succession of events. The surprising thing in Science Epistemology is capable to objectivize such subjective perception through measurement, which can be performed without preferring any reference system –Relativity- and all these measures are related by the Lorentz-Einstein-Poincaré transformations.

2 Measurement of time-flow is naturally done in the topological universal recovering space $\mathbb{R}$, different to the topological space S^1 , the nature of time. This confusion between recovering set and nature of time itself has been the major misunderstanding in time concept definition throughout the past XXth century,

3 since the appearance of Einstein’s theories (Relativity), and now clarified by this author’s contributions. Direct consequence of this definition is irreversibility of time and no “time travels” possible.

4 The flow of time has an intrinsic arrow running parallel to the fundamental law of Thermodynamics of increased entropy justified by neuronal networks dynamics in our brain (memory). This could be a complementary description from science of Heidegger existentialist theories about “Dasein” and human existence description.

5 As a final consequence, Universe mathematical description as a 4d manifold is conjecturized, offering an unique possible Universe set: no time travels nor multi universe concepts consistent with this existentialist approach to time definition is evidenced.

Acknowledgements

The author would like to acknowledge Mrs. Silvia Peña for fruitful and retroactive analysis and discussions. Also, to Pascale Youinou for her in-depth reviews and comments.

References

- [1] Rovelli, C. (2009) *Anaximandre de Milete ou la naissance de la pensée scientifique*. Paris: Dunond, 53. (Own translation).
- [2] Pais, A. (1982) *Subtle is the Lord. . . : The Science and the Life of Albert Einstein*. Oxford: Oxford University Press, 152.
- [3] Yourgrau, P. *Un mundo sin tiempo. El legado olvidado de Gödel y Einstein*. Spanish Traduction by Alfonso, Ramón de las Heras. (2007) Barcelona: Ed. Tusquets.
- [4] Hilgevoord, J. (2005) *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, **36**, 29.
- [5] Hawking, S. Hertog, T. and Reall, H.(2000) *Physical Review D* **62**, 4.
- [6] Jack, Ng Y. Christiansen, W A. and van Dam, H. (2003) *The Astrophysical Journal Letters (The American Astronomical Society)*, 591.
- [7] Borde. Arvind. Guth. Alan, H. and Vilenkin, A. (2003) *Physical Review Letters* **90**, 151301.
- [8] Nielsen, H B. and Ninomiya, M. (2007). *Prog.Theor.Phys.***116**, 851.
- [9] Schwabl, F. (1992) *Quantum Mechanics*. Berlin :Springer Verlag, 37.
- [10] Wangness, R.K. (1991) *Electromagnetic Fields*. N.York: John Wiley & Sons, 577.
- [11] Pauli, W. (1933) *Handbuch der Physik*, **24**, 83.
- [12] Albeverio, S. Blanchard, P. (2014) *Direction of time*. Switzterland: Springer International Publishing, 137-155. Also, van Fraasen, B C. (1970) *An introduction to the philosophy of space and time*. N.York: Random House, Inc.
- [13] Sánchez, J.J. (2020) *A mathematical assessment on the ontology of time*. Science and Philosophy **8** (2), 91-104.
- [14] Aristotle, *Physica. Libro IV*. Madrid: Ed. Aguilar (1964).
- [15] Reichenbach, H. (1956) *The Direction of Time*. Berkeley: University of California Press.
- [16] Connes, A. and Rovelli, C. (1994) *Class.Quant.Grav.* **11**, 2899.
- [17] Takesaki, M. (1970) *Tomita's theory of modular Hilbert algebras and its applications*. Berlin-Heidelberg-N. York: Springer-Verlag, 4-19.

- [18] Rovelli, C. (2017) *L'ordine del tempo*. Milán: Adelphi Edizioni. Spanish translation by Mena, F.J.M. (2018) Barcelona: Ad. Anagrama, 105-108.
- [19] Willard, S. (1970) *General Topology*. Mineola, N.York: Ed. Dover Public., Inc. 222-236.
- [20] Lee, J.M. (2011) *Introduction to topological manifolds*. 2nd ed. N.York Dordrecht Heidelberg London: Springer. 143-146.
- [21] Penrose, R. (2007) Edimburgh: *Procc. of EPAC 2006*. Special contribution.
- [22] Gurzadyan, V.G. and Penrose, R. (2013) *Eur.Phys.J. Plus* **128**, 22.
- [23] Tod, P. (2015) *The equations of Conformal Cyclic Cosmology*. Arxiv:1309.7248v2.
- [24] Mante, V. Sussillo, V. Shenoy, K.V. Newsome, W.T. (2013) *Nature* **503**, 78-84.
- [25] Buonomano, D. (2017) *Your brain is a time machine. The Neuroscience and Physics of Time*. N. York: Norton.
- [26] Izhikevich, E.M. (2007) *Dynamical Systems in Neuroscience: The Geometry of Excitability and Bursting*. Cambridge, Massachussets: MIT Press.
- [27] Hawking, S.W., and Ellis, G.F.R. (1973) *The large scale Structure of the Space-Time*. Cambridge monographs on mathematical Physics. Cambridge Univ. Press.
- [28] Penrose (1965) *Physical Review Letters* **14** (3), 57-59.
- [29] Bourbaki, N. (2004) *Theory of sets*. Berlin Heidelberg N. York: Springer-Verlag, 65-121.
- [30] Godel, K. (1949) *Rev. Mod. Phys.* **21**, 447-450.
- [31] Perelman, G. (2002) arXiv:math/0211159v1.
- [32] Jack, P.M. (2003) arXiv:math-ph/0307038v1.
- [33] Luminet, J.P. (2008) arXiv:astr-ph/0802.2236v1
- [34] As a recent example, showing a good historical review in Relativity: Trautman, A. (2006) *Encyclopedia of Mathematical Physics*. Oxford: Elsevier **2**, 189-195.

An epistemological and bio-physical point of view on complex systems

Stefano Polizzi*

Abstract

In this article, after a historical introduction, we give an epistemological point of view of the physics of complex systems. Complex systems are epistemologically interesting because of the fundamental interaction experiment/observer and physicists in their everyday life can experience the paradoxes given by this interaction. Here we describe some of these paradoxes, we make a parallel with quantum mechanics and give a possible philosophical solution, based on notorious physicists/philosopher from the past, transposing and reinterpreting their ideas to modern times. In particular, we analyse the interaction with a complex system such as the living cell, and therefore we also analyse some biophysical implications of complexity.

Keywords: complex systems; epistemology; emergency; experiment/observer interaction.[†]

* Univ. Bordeaux, CNRS, LOMA, UMR 5798, F-33405 Talence, France *and* Department of Physics and Astronomy, Università di Bologna, Bologna, Italy; stefano.polizzi@unibo.it.

[†] Received: 2021-11-16; Accepted: 2021-12-28; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.686.

1. Introduction

Here, we are interested in an epistemological view of complex systems, giving insights about some typical problems often faced by researchers in this domain. In particular, the complex system we will focus on is the cell, with its structure, its motility, its cytoskeleton, its ability to reproduce, in one word living. It is impossible to imagine to deal with such a complex system with tools coming from a unique discipline, necessitating, among others, even an epistemological approach.

In this context I think it is important to ask ourselves what we are really doing and what we are looking for, in a general, I would say systemic, way. To tackle these questions, we need to keep some distance from the particular work or the particular experiment, and enter in a deeper, kind of philosophical, thought. I believe that this process is important for every physicist, even every scientist, and probably everyone has his own answers, because a «true» answer is maybe impossible to achieve. Today the high specialisation of science makes it more difficult to take this distance, but to understand complex systems this is necessary. Indeed, in order to find out the exchange of information taking place in a living organism, within itself and with the environment, and the different behaviours at different scales, we need a *global* point of observation. Here I deal with these problems from a complex systems point of view, giving my personal vision.

2. Complex systems: an epistemology point of view

First, let us introduce and discuss the definition of complex systems, which is already not an easy task. Historically, we could say that the first appearance of complexity is with the deterministic chaos from Jules Henri Poincaré at the end of the 19th century [1]. First with the attempt to find a solution of the three-body problem, Poincaré showed that a completely deterministic system can lead to chaotic behaviour, for example via period doubling. The complexity is in the fact that despite the deterministic origin of the system, its behaviour cannot be forecast because of nonlinear terms in the ordinary differential equations of Newtonian mechanics. Epistemologically, this raised fundamental questions, because knowing the mathematical formulation of the problem (Newton equations) does not guarantee its prediction, since the system can yield chaotic behaviour. It was therefore evidence that the scientist dealing with these systems can only do a classification, a phase portrait of the disorder, of the chaotic behaviour [2]. Later on, Edward N. Lorenz [3], in the context of meteorology and weather forecasts elaborated on the dependence of a dynamical system with non-linearities on the initial condition, giving rise to the famous butterfly effect.

In a century we observed the transition from the simple and well calculable universe of Galileo, Newton and Laplace, to a universe of unexpected unpredictable paths.

If Poincaré introduced the first ideas of complexity in Mathematics, giving origin to the field of dynamical systems, in physics, almost contemporary, complexity appeared at the beginning in the context of neural network modelling, with William James [4] and then later, with more mathematical rigour, with the works of Warren S. McCulloch and Walter H. Pitts [5]. But even though these ideas of complexity were already present since many years in an unstructured way, only in the last 20-30 years they were accepted in the physics community as a science (the first research institute of complex systems, the Santa Fe Institute, was founded in 1984), giving rise to the physics of complex systems. A complete historical description of complex systems is not our purpose here, let us only cite an example of complex system that will be useful to introduce the main characteristics of complexity: the Ising model [6]. With this example in mind let us move to the definition of complex systems, or, maybe better, to some possible definitions.

In general, we refer to complex systems as systems in which interactions between the objects composing the system, and/or between the system and its environment, are important and give origin to collective behaviour. Complex systems are not necessarily *complicated*: a normal every day pendulum can be considered as a complex system just taking into account the interactions between the pendulum and the environment (friction and an external applied torque), or in interaction with other pendula. Its complexity is given by the fact that varying the control parameter, in this case for example the applied torque, can lead to complex behaviours like period doubling and chaotic oscillations, which are not predictable, in the sense that we cannot have a trajectory of the pendulum indicating the precise position at a given time. This is a complex behaviour that goes out from standard classical mechanics physical tools and therefore needs more adapted statistical and physical instruments to be studied.

At first sight, this can be a good definition, but could lead to the wrong conclusion that since all the objects are connected with all the other objects of the system, and even with the observer, these complex interactions may lead to an impossibility of a complete knowledge (of the type for instance of a phase portrait, being a forecast not possible) of the system behaviour. The essential fact here, as we will see better later, is that the scientist is himself an *active* part of the system, which builds representations, models, interpretations, and not only a passive observer. As expressed by Ignazio Licata [7], the theoretical description, built on our choices, is necessary to give a meaning to vague observations.

This makes the definition of complex systems complicated, therefore it is better to discuss some key properties of them. The most important property, that

we did not exploit yet, is *emergence*: complex systems are systems in which interactions between a multitude of objects and/or with the environment lead to emergent collective properties which are not directly explainable by the properties characteristic of each element. The phase transition undergoing in the Ising model, for example, is a collective effect not explainable only with individual spins properties. Life itself is an emergent property, try to mix together 70 kg of hydrogen, oxygen and carbon, shake well, and you will see it start running around and writing PhD theses.

Let us describe better what emergence is. The first appearance of the idea in the physics world was with Philipp Anderson with his famous *More is Different* [8], stating that the formalisms and the concepts needed to understand physical (and in general scientific) phenomena at a given scale are not always linked to the ones at lower scales, and not from them achievable. This was against the dominant reductionist idea (for which everything can be explained starting from a basic, low scale, law) predominating at that time, and even probably nowadays. Besides, he noted a general lower, and in any case different, degree of symmetry while looking at the system at a larger scale. Therefore, the laws of microscopic physics cannot always explain new phenomena emerging at larger scales, for which an adapted theory capturing the essence of the phenomena has to be created. The laws of objects composed by a large number of individuals, in particular living systems, cannot be deduced uniquely from the laws of particle physics, as the reductionist approach would predict. Notably, the lower degree of symmetry observed while increasing the complexity of a system, allows us to say that life can be seen as a breaking of symmetry effect. There are many examples of this, sugar molecules produced by living systems have all a **R** (for right) configuration, while in principle **R** and **S** (*sinister*, latin for left) configurations have the same energy and should be present in the same amount. The same happens for many chiral molecules and cells, like sperm cells, for which chirality is essential for life and which can move in their environment only thank to this symmetry breaking, otherwise the *scallop theorem* would not allow them to move at low Reynolds numbers (*i.e.* at normal life conditions) [9]. In one sentence, emergence is a continuous novelty production in an essentially unpredictable way.

These ideas of emergence were already present at a philosophical level with the idea of *new categories*, ontological entities with a hierarchical organisation needed to describe interactions with different *strata* at least since the late 19th/early 20th century with Nicolai Hartman [10], or also John S. Mill or Charlie D. Broad, but only in the last 20-30 years were accepted in the physics community (more or less at the same time as the definition of physics of complex systems as a science).

Another key feature of complexity is the definition of the border between system and environment. Here the active choice of the scientist comes into play:

to build a model on an aspect of nature we make some assumptions on this border, on the interactions between the system and the environment. These changeable assumptions are the most important active part contribution of the scientist. The definition of them leads to different emergent properties and the modelling of distinct aspects of the system. In the *Middle Way*, citing the Nobel prize Robert Laughlin, standing between the physics of particles and the cosmological theories, there is the realm of incertitude, of randomness, where nature expresses a game of probability resulting from the competition between freedom and constraints. This does not mean at all that we cannot do science, but in contrast to a classical Newtonian universe, where the observer records events resulting from predefined universal laws, allowing in principle for a full prediction of the system, here the active observer has to look for a global comprehension. He has to do a global picture of the possibilities, without being able to predict which one will be realized. For example, the process of protein folding can happen in a myriad of different fashions with exactly the same energy level and the one finally chosen cannot be predicted. In the same way in an Ising system we cannot predict the exact state of the system at a given time, we cannot say which orientation spin i will have at time t , but only say that at some critical temperature a collective behaviour will arise.

In this realm, reductionist approach cannot explain this diversity, nor these emergent properties, but this is not because there is something wrong in it, simply, in these situations, it does not work. The scientist creates a variety of models, not necessarily all convergent in a unique vision, to describe different levels and different behaviours of the systems. Finally, a complex system is a system which is unpredictable, and not reducible to a single formal model, to a single *theory of everything*.

Now it should be clearer what a complex system is and the issues of a scientist studying it. Let us then focus further on the epistemological side of these issues. A direct and common answer to the epistemological problems settled at the beginning, would be a circular vision between experiment and theory, a kind of experimentalism of Galilean memory: *sensate esperienze e necessarie dimostrazioni* (sensible experiences and necessary demonstrations), in which the experimental evidence builds the theory, the theory generalises the results, inducing new experiments to verify its consistency. In some cases, it is sufficient to stop here, and «keep calculating». But after a deeper epistemological analysis, of relevance in particular for complexity given what we said about the observed/observer interactions, this vision would have at least two problems. First, what would be the starting point of the circle? Theory or experiments? We are tempted to say experiments, since physics is an experimental science, but then there would be another question, can an experiment exist without a theory? The answer is: not really. This leads us directly to the second problem of this circular vision. Is the experiment true

independently of the framework in which it is operating, therefore independent of the theory or of the tradition (the social structure)? A theory is an (unstable) equilibrium state between the experiment and the observer, but is not unique and never complete. As we said, in complex systems science we select an aspect of our observation and we model this aspect under a certain hypothesis, a theory of all is here not even conceivable, essentially because of emergency. Therefore, maybe a more adapted point of view is the one of Pierre Duhem, who was coincidentally a professor here in Bordeaux. His holistic vision states that experiments and theories are connected to conventional principle which can change during time [11]. The connection to the active observer needed for complex systems is evident, and also the idea that natural phenomena are not pre-existing facts ruled by a unique formula that once discovered will predict everything. A theory and an experiment can be true in a certain set-up, at a certain scale, but could not work at others. So, there is no such thing as a *crucial experiment* allowing us to discern a good from a bad theory. The experiment itself is defined within a set-up, under some hypothesis, ultimately by our cognitive structure.

In this regard you may have thought about the observation of a quantum system, as one of the most evident interaction observed/observer. Therefore, it is very interesting to discuss briefly the idea presented in the nice book edited by Licata and Ammar Sakaji *Physics Of Emergence and Organization* (2008) (in which I cite the articles by Eliano Pessa and by Ignazio Licata [12]) of a systemic science based on quantum or quantum field theories applications to phase transition in biological matter, supported by the indissoluble connection between emergent properties and the observer, the scientist himself. Indeed, this connection observer/observed can be thought to have a link with quantum mechanical properties, in which an observation causes the irreversible collapse of the wave function. However, as pointed out by Pessa himself, the success of this quantum biological theory is still very partial, mostly because while the particles in quantum theories are all considered as identical (if, of course they have same charge, mass, etc ...) the variability of living beings is in striking contrast with that. Moreover, many complex processes studied from a statistical point of view (like the Moran model for evolution genetics [13] or processes on networks [14]) do not have an evident correspondent Hamiltonian from which one could start a quantum approach, and even if we could build one approximated, we would need an out of equilibrium generalisation of the quantum theories. Also, many biological concepts, like, with the example of evolution models, the fitness, and the environmental effects are, if not impossible, very difficult to be tackled with a quantum field formalism.

The richness of complex systems is given by the fact that they are not linked to a particular physical model, which would be confined in a particular domain of science, like for example gravitation or other physical theories, it is rather a

result of physical and mathematical research as a whole. This is related to the fact that complex systems deal mostly with the mesoscopic realm, a realm where physics meets many other disciplines and macroscopic and microscopic descriptions melt together. As a matter of fact, the range of applications of the physics of complex systems is very large. Thinking for example of the theory of deterministic chaos and nonlinear theory, which are part of the physics of complex systems, applications go through meteorology, electronics, optics, thermoconvection, chemical reactions, biology and even astrophysics. Its transversal property, creating links, connecting together scientific domains traditionally very far apart from each other, is a unifying factor of science itself and of theory with applications.

To conclude, when we start observing outside well defined ideal conditions, the famous spherical cow, we often must face complexity. That is because interactions with the environment become important and change themselves as the system evolves, therefore the border itself between the system and the environment becomes difficult to be defined, leading to an active choice of modelling a particular phenomenon, made by the observer, and leading then to complexity.

3. What can biologists learn from complex systems?

There are many examples where the physics of complex systems gave important insights on biological systems and helped to better understand them. We have already mentioned protein folding and chiral motion of cells (such as sperm cells, or some bacteria). It is worth to mention, for its historical relevance, also the Lotka-Volterra model, describing the prey-predator competition in simple, but already informative mathematical terms with important implications on ecosystem science [15]. In its simplest version two continuous non-linear differential equations are coupled, to represent the time evolution of both prey and predator populations. Under some assumptions, actually realistic only in ecosystems isolated from other effects and where all the other conditions – weather, temperature, availability of food ... – are constant over the time considered (it is just the simplest version of the model), it can be shown that there are two fixed points of the dynamics. One is the extinction of both populations, and the other is an oscillatory dynamic, with a feedback regulated mechanism: the more prey means the more food for predators, implying a growth of the predator population. Despite its strong assumptions this model was already interesting for the understanding of ecosystems, helping to take decisions on regulatory politics for nature preservation, in particular after human alteration.

More closely related to our system, the living cell, we can cite important

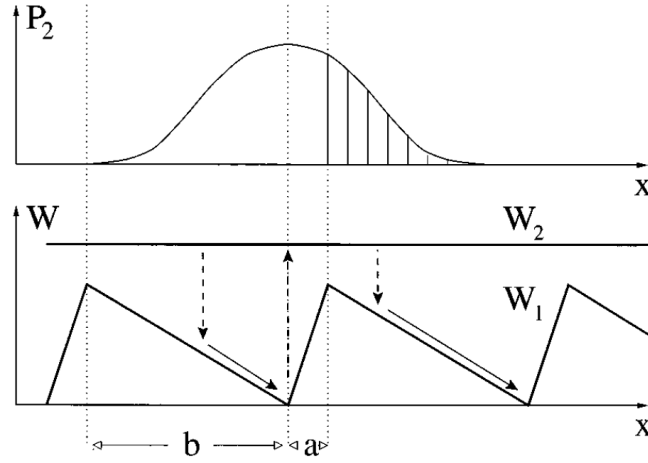


Figure 1. Schematic view of the two states ratchet model, the higher, constant potential (W_2) is the Brownian diffusion state, and W_1 is the asymmetric ratchet periodic potential. Arrows symbolise stochastic transitions between the 2 states, where up pointing arrows need an active energy injection to jump to the upper state. Adapted with permission from [23].

works proving the existence of long-range correlations in genomic DNA packaging [16, 17], or works on tissue growth showing self-developed homeostatic stresses [18]. The homeostatic stress is the steady stress proper to growing living systems, as biological tissues, arising from the non-equilibrium state of the system, balancing apoptosis and cell division and its regulation is essential in many pathologies, like cancer [19]. This is an important aspect involved in mechano-sensitivity, which appears to be a property shared by all cells of the human body and all phyla, from mammals to plants, fungi and bacteria [20]. Diffusion effects in crowded environments, such as cytoplasm or nuclei, are also fields where physics gave a good contribution. Non-standard diffusion exponents have been put in evidence, different from the standard Brownian motion due to crowding and hydrodynamical back-reflection effects (a molecule moving in a liquid creates a flow which is reflected from other molecules of the same size) [21].

Here, I would like to discuss shortly the modelling of molecular motors, active proteins responsible for transport of vesicles or nutrients along cell cytoskeleton filaments and in general of many other active features of the cell. This is an example of a highly out of equilibrium system with an interesting physical interpretation. First, it should be noticed that at the nano-scale (molecular motors typically move of a few tenths of nanometres per step and apply loads of a few pN) viscosity dominates inertia and the relatively high, with respect to molecular motors power, thermal noise makes standard motor motion impossible. In this context a simple symmetric Brownian ratchet, i.e., a passive

motor subject to thermal fluctuations would not lead to a net directed force. The first step to a solution of the problem is to reproduce the symmetry of the filament in an appropriate potential landscape, where we can find the periodical structure of the filament to which the motor is attached and, at the same time, the filament polarisation towards one of its ends, giving an asymmetry in the sawtooth. Again, it can be proved [22] that yet it is not sufficient to have a direct movement, as intuitively we could think: a particle falling randomly on this potential landscape could be expected to have a drift to the right. Actually, what is really important is how the system is driven out of equilibrium, therefore how energy (generally hydrolysis of ATP) is used to switch from the state described by potential W_1 to the free diffusion potential described by the constant potential W_2 , coupling in this way the 2 states [23] (up pointing arrows in Figure 1). Within this picture we can find the transition rates between the two states that optimise directed movement, arriving at the conclusion that there should exist active sites localised along the filament which promote transition from state 1 to state 2. This seems to be supported experimentally, by studying the experimental velocity curves with respect to ATP density [24, 25].

Another field where complex systems and stochastic processes have successfully contributed is population genetics. In this field theoretical models have a huge database of information represented by the famous Lenski's experiment on 12 populations of *Escherichia Coli* evolving at constant nutrient-poor conditions since 1988 [26]. The popular Moran model [13] gives a stochastic description of evolution, following the path of the pioneering models from Sewall G. Wright and Ronald A. Fisher [27, 28], but introducing individual random births and deaths, allowing for a better mathematical description. In the simplest version of it, the most important parameter governing the dynamics of asexually reproducing individuals is the individual fitness. Without going into the details of the model, we can say that the passage to a mathematical description of evolution was essential to the wide acceptance of Darwin and Wallace theories from the scientific community and took more than a century to be partially achieved (there are still important open problems). An important result is that the mean population fitness increases under selection and the rate of fitness increase is proportional to the amount of genetic variability of the population. Furthermore, this description helped in the explanation of genetic drift (long-term fluctuations of the genetic expression of the population), genetic fixation (the probability that a genetic feature dominates others) and evolution dynamics. These models are related to a branching process, which is another class of stochastic models originally created to explain the extinction of a population, but without a genetic point of view.

Finally, the implications of neural network theory to the understanding of brain mechanisms are still a very active subject, since understanding brain mechanisms can be very difficult, but we can cite a few findings obtained by a

statistical mechanics/complex systems analysis. A good picture of what is going on in such a complex network is provided by the statistics of some available data, for example the synaptic weights. Since so far it has not been possible to observe dynamically a single synapse weight change, then a theoretical description can help to understand the underlying mechanism and to infer some properties, as storage capacity, of real neural networks. In different areas of the brain (similar distributions are observed also in cortical networks) [29, 30], the synaptic weight distribution has a skewed form which can be approximated to a log-normal, in fact it has been fitted by a lognormal by Sen Song et al. [31], without considering a large number of silent synapses, up to 60% [32]. Theoretically, this has been associated to memory optimisation in neural network: the condition of maximum storage of memories, together with the constraint of positive synaptic weights (i.e., excitatory synapses), leads to a large proportion of silent neurons and to a truncated Gaussian distribution for the synaptic weights [33]. Behind such ideas there are mechanisms driving the brain to an attractor where memory would be optimised. If optimality has not yet been reached, the decay of the distribution for large weights could be much slower than Gaussian. Other optimality principles, for instance considering the energetic cost of maintaining excitatory synapses [34], lead to similar conclusions. In both cases it was not necessary to specify any details on the plasticity rule, that could bring to a more precise identification of the final distribution. Caution should be adopted with this evolution-driven optimality and with the idea of evolution itself, remembering what we said previously, are not complete unique theories which can explain everything, we should not forget that we are dealing with a complex system. The quantity to be optimised can change with time and even with the observed scale, we do not face an equilibrium system.

In general, we can say that the point of view of complex systems helps to interpret and explain some observations that otherwise would be considered in biology as unexpected events or noise. We think for example of extreme events, or the observation of asymmetric distributions, considered as atypical with respect to the common normal distribution. Moreover, having a global phase diagram of some aspects of a biological system, helps to understand what are the control parameters that can trigger non-trivial collective behaviours essential for life.

To conclude, in all the discussed situations it is now evident that a deterministic description is not even conceivable, because stochastic and out of equilibrium processes are dominant in living systems. Also, we can say that in general we can infer much interesting information on underlying processes just by looking «critically» at statistical distributions or time variations of observable quantities.

Acknowledgements

I am strongly grateful to Françoise Argoul (Univ. Bordeaux, CNRS, LOMA) for having revised and commented on the article giving valuable advices and for allowing me to deepen some questions like the ones faced in this article, not directly related to my PhD project. I am also very indebted to Gaspare Polizzi and to my muse Marie Navarro for precious suggestions and comments.

References

- [1] Poincaré, H. (1890) ‘Sur le problème des trois corps et les équations de la dynamique’, *Acta Mathematica*, 13, pp.A3-A270.
- [2] Polizzi, G. (2013) *Aspetti filosofici dell'opera di Poincaré*, Lettera Matematica PRISTEM, *Henri Poincaré. Un matematico tra i due secoli*, ed. C. Bartocci, 84/85, pp.66-79.
- [3] Lorenz, E. N. (1963) ‘Deterministic nonperiodic flow’, *Journal of the Atmospheric Sciences*, 20(2), pp.130-141.
- [4] James, W. (1990) *The principles of psychology*, Chicago: Encyclopaedia britannica.
- [5] McCulloch, W. S. and Pitts, W. (1943) ‘A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity’, *The Bulletin of Mathematical Biophysics*, 5(4), pp.115-133.
- [6] Ising, E. (1925) ‘Beitrag zur theorie des ferromagnetismus’, *Zeitschrift für Physik*, 31, pp.253-258.
- [7] Licata, I. (2011) *Complessità: un'introduzione semplice*, Palermo: Duepunti.
- [8] Anderson, P. W. (1972) ‘More is different’, *Science*, 177(4047), pp.393-396.
- [9] Purcell, E. M. (1977) ‘Life at low Reynolds number’, *American Journal of Physics*, 45(1), pp.3-11.
- [10] Hartmann, N. (2012) *New ways of ontology* (1942), Piscataway (NJ, USA): Transaction Publishers, pp.9-10.
- [11] Duhem, P. (2016) *La théorie physique. Son objet, sa structure* (1906), Paris: ENS éditions.

- [12] Pessa, E. ‘Phase transitions in biological matter’, Licata, I. ‘Emergence and computation at the edge of classical and quantum systems’, in Licata, I. and Sakaji, A. eds. (2008), *Physics of Emergence and Organization* Singapore: World Scientific Publishing, pp.1-26, pp.165-228.
- [13] Moran, P. A. P. (1958) ‘Random processes in genetics’, *Mathematical Proceedings of the Cambridge Philosophical Society*, 54(1), pp.60-71.
- [14] Polizzi, S., Arneodo, A., Perez-Reche, F. J. and Argoul, F. (2020). ‘Emergence of log-normal type distributions in avalanche processes in living systems’, *Frontiers in Applied Mathematics and Statistics*, 6(73). doi: 10.3389/fams.2020.613962
- [15] Berryman, A. A. (1992) ‘The origins and evolution of predator-prey theory’, *Ecology*, 73(5), pp.1530-1535.
- [16] Arneodo, A., Bacry, E., Graves, P. and Muzy, J.-F. (1995) ‘Characterizing long-range correlations in dna sequences from wavelet analysis’, *Physical Review Letters*, 74(16), p.3293.
- [17] Huvet, M., Nicolay, S., Touchon, M., Audit, B., d'Aubenton Carafa, Y., Arneodo, A. and Thermes, C. (2007) ‘Human gene organization driven by the coordination of replication and transcription’, *Genome Research*, 17(9), pp.1278-1285.
- [18] Ranft, J., Prost, J., Jülicher, F. and Joanny, J.-F (2012) ‘Tissue dynamics with permeation’, *The European Physical Journal E*, 35(6), pp.1-13.
- [19] McCarty, O. J., King, M. R. and Insel, P. A. (2014) ‘A theme series on physical biology in cancer in AJP-Cell’, *Cell Physiology*, 306(2), p.C77.
- [20] Orr, A. W., Helmke, B. P., Blackman, B. R. and Schwartz, M. A. (2006) ‘Mechanisms of mechanotransduction’, *Developmental Cell*, 10(1), pp.11-20.
- [21] Parry, B. R., Surovtsev, I. V., Cabeen, M. T., O'Hern, C. S., Dufresne, E. R. and Jacobs-Wagner, C. (2014) ‘The bacterial cytoplasm has glass-like properties and is fluidized by metabolic activity’, *Cell*, 156(1-2), pp.183-194.
- [22] Feynman, R., Leighton, R. and Sands, M. (1966) *The Feynman Lectures on Physics*, vol. I, ch. 46, Reading (CA, USA): Addison-Wesley.
- [23] Jülicher, F., Ajdari, A. and Prost, J. (1997) ‘Modeling molecular motors’, *Reviews of Modern Physics*, 69(4), pp.1269-1281.

- [24] Cross, R., Jackson, A., Citi, S., Kendrick-Jones, J. and Bagshaw, C. (1988) 'Active site trapping of nucleotide by smooth and non-muscle myosins', *Journal of Molecular Biology*, 203(1), pp.173-181
- [25] Woehlke, G., Ruby, A. K., Hart, C. L., Ly, B., Hom-Booher, N., and Vale, R. D. (1997) 'Microtubule interaction site of the kinesin motor', *Cell*, 90(2), pp.207-216.
- [26] Good, B. H., McDonald, M. J., Barrick, J. E., Lenski, R. E. and Desai, M. M. (2017) 'The dynamics of molecular evolution over 60,000 generations', *Nature*, 551(7678), pp.45-50.
- [27] Wright, S. (1931) 'Evolution in mendelian populations', *Genetics*, 16(2), pp.97-159.
- [28] Fisher, R. A. (1930) *The genetical theory of natural selection*, Oxford (UK): Oxford University Press.
- [29] Sayer, R., Friedlander, M. and Redman, S. (1990) 'The time course and amplitude of epsps evoked at synapses between pairs of ca3/ca1 neurons in the hippocampal slice', *Journal of Neuroscience*, 10(3), pp.826-836.
- [30] Isope P. and Barbour, B. (2002) 'Properties of unitary granule cell! purkinje cell synapses in adult rat cerebellar slices', *Journal of Neuroscience*, 22(22), pp.9668-9678.
- [31] Song, S., Sjöström, P. J., Reigl, M., Nelson, S. and Chklovskii, D. B. (2005) 'Highly nonrandom features of synaptic connectivity in local cortical circuits', *PLoS Biol.*, 3, p.e68.
- [32] Rumpel, S., Hatt, H. and Gottmann, K. (1998) 'Silent synapses in the developing rat visual cortex: evidence for postsynaptic expression of synaptic plasticity', *Journal of Neuroscience*, 18(21), pp.8863-8874.
- [33] Barbour, B., Brunel, N., Hakim, V., and Nadal, J.-P. (2007) 'What can we learn from synaptic weight distributions?', *TRENDS in Neurosciences*, 30(12), pp.622-629.
- [34] Varshney, L. R., Sjöström, P. J. and Chklovskii, D. B. (2006) 'Optimal information storage in noisy synapses under resource constraints', *Neuron*, 52(3), pp.409-423.

Labour, pandemic crisis, and PNRR: preliminary issues

Roberto Veraldi*

Abstract

The intent of this work is bring to attention, as useful elements for a debate, the possibility of reasoning on the implementations that will come to the country-system from the resources of the PNRR.

From a historical, albeit brief, and legislative analysis of active labor policies in Italy, one can try to understand how to stimulate Italian economic growth. To do this, one must examine the structural elements that contribute to making our country fragile in comparison with other European countries, fragility associated with the horizontal and vertical segregation that characterizes the world of work. This is a phenomenon that has worsened further during the pandemic crisis. Hence, employment discontinuity, non-standard contractual forms, differences in male and female employment rates, as well as that set of social, cultural, and psychological barriers all become elements that decline the concept of horizontal and vertical segregation mentioned earlier.

This is where the PNRR comes into play, whose intentions include promoting a process of transformation in tune with the great changes in the socio-economic scenario.

Keywords: active employment policies, Covid-19, PNRR[†]

* Associate Professor of Sociology and President of the Degree Course in Social Work at the Gabriele d'Annunzio University of Chieti-Pescara, (roberto.veraldi@unich.it).

[†] Received: 2021-09-01; Accepted: 2021-12-28; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.701. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©Veraldi. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1. Active labor policies in Italy

Over the last three decades, the evolution of labor policies in our country has developed along three lines. In the first place, passive labor policies, based on income support measures in favor of persons who see their employment relationship suspended or the involuntarily unemployed, have taken a back seat to active labor policies, which introduce a heterogeneous set of measures and programs in favor of a more efficient functioning of the labor market. Secondly, if in the past interventions were aimed at particular categories of vulnerable persons, at present there is a preference for individual and personalized actions, which put the individual, with his or her needs and characteristics, at the center of attention. Finally, the governance of labor policies has undergone a process of decentralization, with the redefinition of competencies and the attribution of broader tasks to local and territorial authorities. The development of active labor policies in the last twenty years has been made possible thanks to a series of legislative measures. With the *Treu Law* (Law 196/97), the first in chronological order, the implementation of active labor policies, up to that moment monopolized by the Central Government, was decentralized to a territorial level (Regions and Provinces) based on the principle that an effective management of the labor market must be implemented on the analysis of the needs of professionalism and employment required by the territory. The *Biagi Reform* (Law 30/03 and Legislative Decree 276/03) took further steps forward in terms of decentralization and liberalization of active labor policies, with the introduction of measures aimed at regulating the organization of the market and intermediation between labor supply and demand. The *Fornero Law* (Law 92/2012), with a view to continuity and strengthening of previous measures, has acted on the coordination of active and passive labor policies. In addition, this law made explicit, for the first time, the essential levels of services guaranteed by the Employment Centers. Finally, with the *Jobs Act* (Law 183/14) the National Agency for Active Employment Policies was established, which assumes the role of coordination and implementation of active employment policies at the national level. The PNRR fits into this context and becomes the main spokesperson for the process of change in the dynamics of the labor market through the reorganization of active labor policies and the strengthening of Employment Centers to give a timely response to the needs of the Italian production system, deeply affected by the pandemic crisis.

The direct objectives of active labor policies are diverse and range from employment incentives to the improvement of employability, from the removal of obstacles to accessing work to the activation of measures that increase the possibility of finding one's first job and/or re-entering the labor market, from training and education paths to raise and update skills to interventions that favor the work-family balance.

Let us now analyze Italian policies related to these aspects. A first element to consider concerns the decentralization of the decision-making process and, consequently, the strategy to be followed at territorial level. The success of active labor policies in our country depends on the characteristics of regional labor markets. In fact, their results indicate that in Southern Italy, social and economic context variables are the main determinants of employment, while in the North it is policy interventions that significantly explain employment performance. Public managers, therefore, must consider the characteristics of the territories, thus avoiding the risk of favoring labor

market participation only in certain regions, further increasing the gaps between North and South.

It must be said that the mechanism of territorial decentralization associated with active interventions in local labor markets is not a recent issue. Even before the **Treu Law** was passed in 1997, a study suggested that decentralized decision-making processes at the regional level were the most efficient. However, too high a level of decentralization in the political sphere could have counterproductive effects on the objectives of the welfare system. In this sense, an appropriate balance between organic decentralization and institutional decentralization could represent an interesting solution for combining the need for flexibility in the implementation of active policies with the reduction of differentials at the regional level.

Another aspect to be considered concerns the introduction of flexible types of work. In the 80s and 90s, an intense debate arose about labor market rigidity as a potential cause of the high and persistent European unemployment rates. This widespread conviction led to the launch of intense processes of labor market deregulation. With reference to our country, the flexibilisation of the labour market has led to the introduction of various atypical forms of contract, lacking the regulatory and social protections reserved for full-time and permanent employment relationships, and recourse to non-standard employment relationships has had serious repercussions in terms of precariousness, instability and increased inequality, not only on the young workforce entering the labor market for the first time, but also on workers belonging to older age groups, especially women and individuals with a low level of education, who have seen a significant increase in the rate of transition from one job to another, constantly entering and exiting the labor market.

The spread of flexible work contracts, especially among young people and women, together with an Italian welfare system that assigns a high degree of protection to standard forms of contract, has caused a clear segmentation of the labor market between insiders and outsiders, between workers employed on a permanent basis and those in "atypical" jobs. Moreover, this process took place in a labor market already characterized by a strong territorial, gender and generational segmentation. In the Italian context, more than ever it is necessary that appropriate social guarantees be extended to atypical contract types. Otherwise, the most fragile subjects and categories of people run the risk of being trapped within precarious work and unemployment and having to suffer social exclusion phenomena. Considering the two aspects together, decentralization and flexibilization, some interesting reflections can be suggested. It seems evident how important the territorial dimension is in active employment policies. A short-sighted strategy that imposes the introduction of measures and interventions in a rigid and undifferentiated manner would be ineffective in terms of ensuring the proper functioning of the labor market. A correct implementation of active labor policies must consider a wide range of factors such as institutional traditions, legislative systems (at national and regional level); decentralized collective bargaining as well as pacts, alliances, understandings, and informal networks among local economic actors. In this way, it is possible to gain an overall picture of the organization of the labor market and

its underlying mechanisms to identify the strategies and instruments best suited to guarantee satisfactory levels of employment, social inclusion, and economic growth.

Social inclusion should not be a utopian goal, impossible to achieve. In this sense, policies to support female employment and reduce gender inequality can make a very important contribution. The expansion of quality family-oriented care services and the presence of a developed public service sector help stimulate women's participation in the workforce, making them independent and strengthening their role within the family and society at large. However, once women become economically active, maternity leave and increased demand for women's work in the service sector restrict their employment opportunities, resulting in both horizontal and vertical segregation. Therefore, to promote not only women's participation in the labor market but also equal opportunities in accessing "male" jobs, the quantity of measures and interventions are certainly an important tool for promoting women's employment, but the quality of labor policies that are capable of reducing gender gaps is also important.

Finally, another important issue concerns the management and use of the flow of information currently available, which represents an essential component in the system for monitoring the performance of the labour market, not only for the construction of digital infrastructures capable of collecting information at regional and national level, but also for producing and sharing specific information, at territorial and sectoral level, on the conditions of labour supply and demand, on the new skills required and on the characteristics and prospects of workers. Without an efficient information system that allows policy makers to know (and anticipate) the effects connected with the implementation of labor policies, it is not possible to activate corrective and control actions on them. Recently, profiling has assumed a key role in active labor policies because it makes it possible to distinguish between different levels of risk associated with individuals. The construction of a system of national profiling requires the use of appropriate tools for a correct evaluation of individuals and programs, otherwise the most fragile categories could remain excluded, with the risk of aggravating their position of disadvantage. Similarly, the good functioning of active labor policies depends on the availability of a system capable of mapping and anticipating the skills required by the labor market. It has been shown that active employment policies do not produce the desired effects without adequate coordination with training and employment needs at the local level.

2. The Italian labor market in times of pandemic

The Italian economy and society are facing an unprecedented crisis. The pandemic due to Covid-19 has triggered a strong shock on all economic sectors, from the production of goods to that of services, which has spread quickly to the labor market. Moreover, at the national level, the impact of the crisis on the Italian labor market was much more intense than in other European countries (Fana et al. 2020). Confirming this, labor market data in 2020 highlight the effects of the pandemic crisis, revealing the presence of several structural weaknesses in comparison with the main European Union (EU) countries. As can be seen from Table 1, employment, and activity rates, especially for women and young people, are decidedly lower than the European average. In Italy,

therefore, there is a strong segmentation of the labor market that operates at different levels:

- the gender segmentation stands at more than 18 percentage points, with an employment rate of 67.2% for men aged between 15 and 64 compared with an employment rate of 49% for women in the same age bracket;
- generational segmentation, reflecting the slow and difficult process of young people entering the labor market. The employment rate of young people between the ages of 15 and 24 is much higher in the EU-27 (31.8%) than the Italian average (16.8%);
- the territorial segmentation bears witness to the profound gap between North and South. Compared with an employment rate of 66.6% in Northern Italy, that of Southern Italy stops at 44.3%, reaching a difference of over 20 percentage points. If we consider the individual regions, the differences appear even more marked; between the employment rate of Trentino-Alto Adige (69.6%) and that of Campania (40.9%) the gap increases to almost 30 percentage points.

Table 1 - Main labor market indicators in 2020 - Italy and EU-27

	Italia			UE-27		
	M	F	T	M	F	T
Tasso di occupazione						
15-24	20,5	12,8	16,8	34,0	28,9	31,8
25-54	80,1	59,1	69,6	85,3	74,4	79,9
55-64	64,5	44,6	54,2	66,3	53,6	59,8
Tasso di occupazione (15-64 anni)	67,2	49,0	58,1	72,8	62,7	67,8
Tasso di disoccupazione	8,4	10,2	9,2	6,8	7,4	7,1
Tasso di attività (15-64 anni)	73,5	54,7	64,1	78,3	67,7	73,0
Incidenza dei contratti di lavoro flessibili						
Occupati <i>part time</i> in % del totale occupati	8,0	32,1	18,2	7,8	28,1	17,2
Occupati tempo determinato in % totale occupati	11,2	13,0	11,9	10,5	12,3	11,3
Lavoratori autonomi in % del totale occupati	24,3	14,6	20,2	16,7	9,5	13,3

Source: ISTAT, Labour force survey; Eurostat, Labour force survey.

The health emergency from Covid-19 has profoundly modified the modalities of the provision of work services, with an intense recourse to remote work, before 2020 little used, which has greater connotations of flexibility. In this way, a new segmentation has been introduced within the Italian labor market between those who can work from home and those who, due to the nature of the work performance, are unable to move away from the workplace. According to ISTAT data, remote work, which accounted for less than 5% of total employment in 2019, grew strongly in the second quarter of 2020 to involve 19.4% of the employed, for a total of more than 4 million workers. It seems clear that appropriate adjustments and modernization processes of the work organization will be necessary to cope with the radical changes introduced by digitalization and social distancing.

A further characteristic of the Italian model is the more intense use of flexible contractual forms as an alternative to the full-time, open-ended employment contract. In fact, both the incidence of part-time workers and fixed-term workers on the total number of employees are higher than the values recorded by the EU-27. It should be noted that there is a large gap between part-time work for women (32.1%) and men (8%). The percentage of self-employed workers in Italy (20.2%) is also higher than the European average (13.3%), with a greater spread among the male population (Table 1).

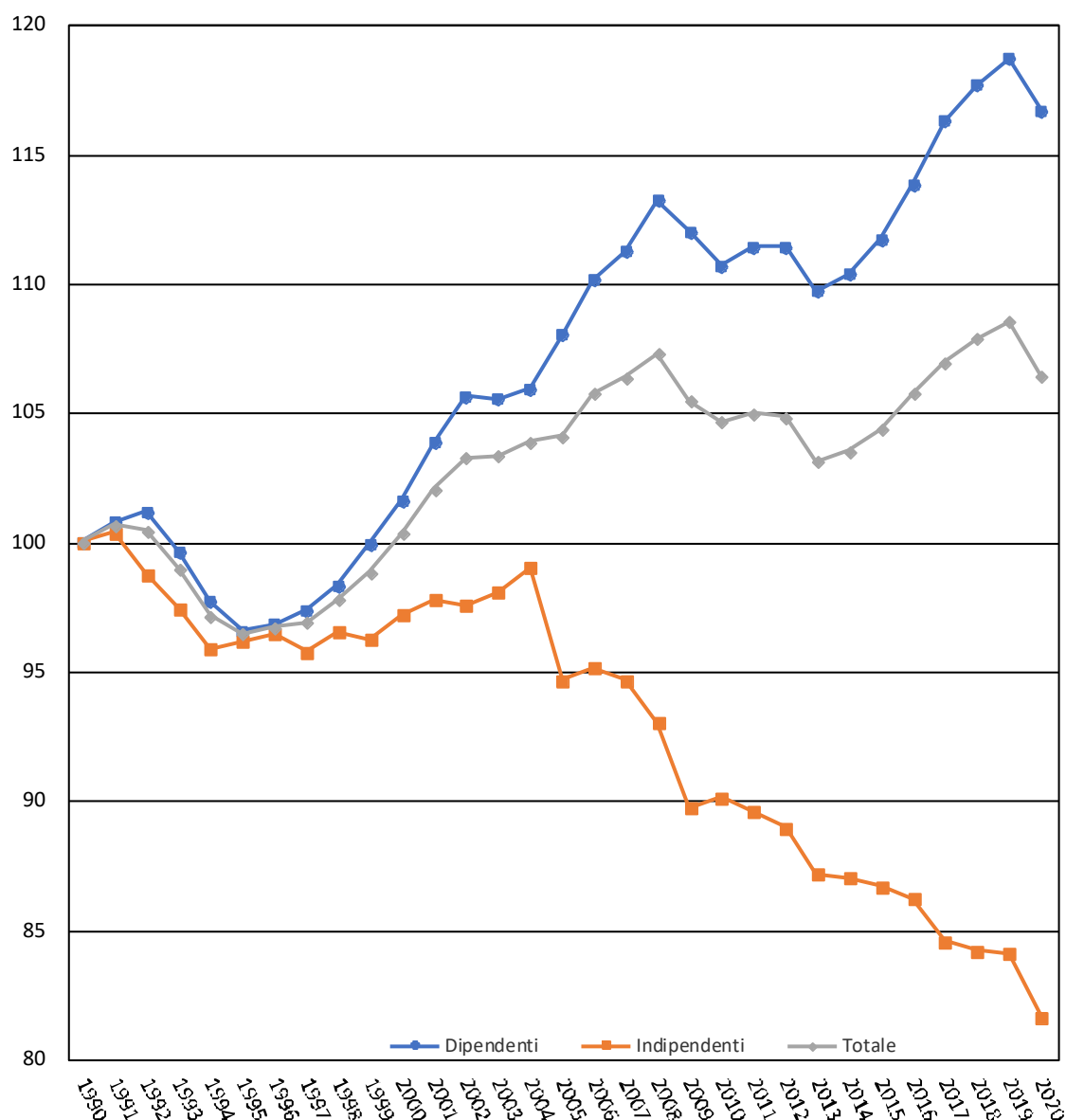


Figure 1 - Evolution of employment in Italy from 1990 to 2020 (Index 1990 = 100).
Source: ISTAT, Labour force survey

After the sovereign debt crisis, which affected all European countries and Italy in particular (Jones 2012), employment dynamics in our country showed a positive trend. This upward trend has especially affected salaried employment, while self-employment has experienced a downward trend since the financial crisis of 2007 (Figure 1). The pandemic crisis has provoked a significant slowdown in employment in 2020, partly cushioned by the employment support measures adopted by the Italian government, with the introduction of important social shock absorbers, and by the less stringent constraints on the public budget.

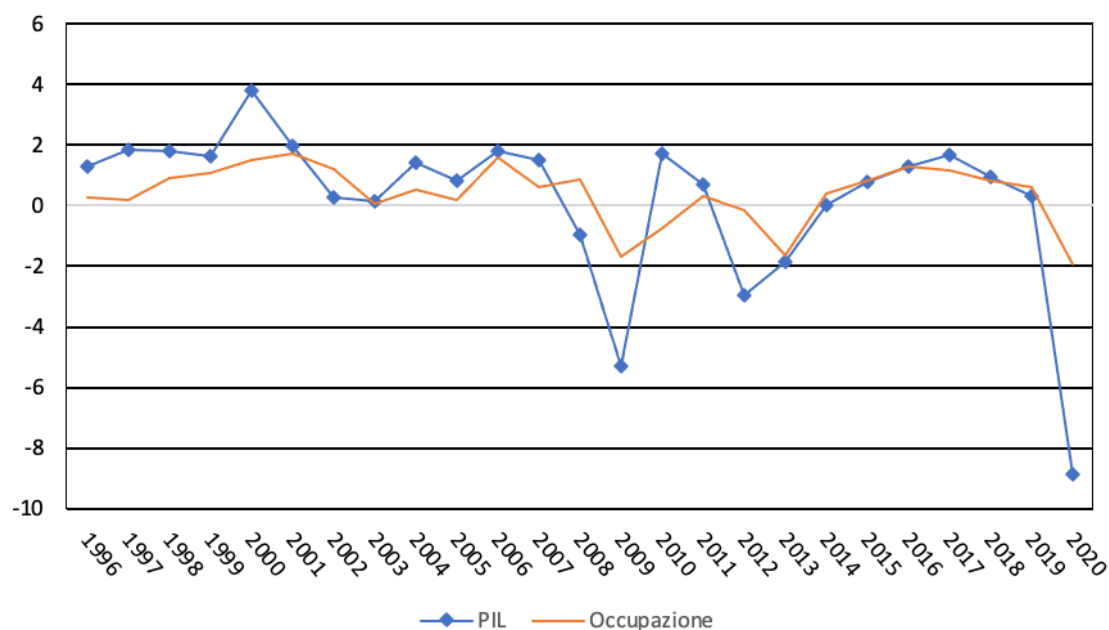


Figure 2 - PIL and employment growth rate in Italy (1996-2020). Source: Istat, Annual National Accounts.

3. Conclusion

The Covid-19 pandemic has generated an unprecedented social and economic crisis with strong repercussions on Gross Domestic Product (GDP) trends. In line with other European countries, Italy's GDP contracted sharply in 2020, far exceeding that of employment (Figure 2). The employment support measures adopted by the Italian government have undoubtedly mitigated the negative impact of the crisis on employment levels but have also led to a downturn in labor productivity. This has led to a situation in which the effects of the crisis have been passed on in terms of hours worked, which have fallen sharply, rather than in terms of employment levels. In contrast, Table 2 shows the negative trend in hours worked, especially for independent employment positions. In 2020, 678 thousand job positions and 11 billion hours worked were lost, compared to 2019. In the second quarter of 2021, there was a recovery of the

two indicators, although the growth of working positions was smaller than that of hours worked.

Table 2 - Hours worked and job positions by position in the occupation. 2nd quarter 2020-2021 and annual 2019-2020

2020-2021 and annual 2019-2020								
Occupati	Annuale*				II trimestre*			
	2019	2020	Variazione		2020	2021	Variazione	
			2019-2020				2020-2021	
			Assoluta	%			Assoluta	%
Posizioni lavorative (migl.)								
Totale	29.053	28.375	-678	-2,3	28.084	28.622	538	1,9
Dipendenti	20.501	20.081	-420	-2,0	19.821	20.397	576	2,9
Indipendenti	8.551	8.294	-258	-3,0	8.263	8.225	-37	-0,5
Ore lavorate (mln)								
Totale	43.730	38.933	-4.796	-11,0	8.622	10.415	1.793	20,8
Dipendenti	30.845	27.811	-3.034	-9,8	6.273	7.453	1.181	18,8
Indipendenti	12.884	11.121	-1.763	-13,7	2.350	2.962	612	26,1
Ore lavorate pro capite ¹								
Totale	1.505	1.372	-133	-8,8	307	364	57	18,5
Dipendenti	1.505	1.385	-120	-7,9	316	365	49	15,5
Indipendenti	1.507	1.341	-166	-11,0	284	360	76	26,6

Source: Annual and quarterly national accounts

* Annual data are raw; quarterly data are seasonally adjusted.

¹ The value of hours per capita was obtained by putting jobs in the denominator.

In 2020, the negative trend of employee positions is independent was not very divergent (-2% and -3% respectively). Conversely, total hours worked (-9.8% for salaried positions and -13.7% for the self-employed) and per capita hours worked (-7.9% for salaried positions and -11% for the self-employed) presented much wider differentials. In the recovery phase in the second quarter of 2021, despite a partial restoration to pre-Covid levels of total and per capita hours, self-employed positions still posted the minus sign. Dependent positions showed a recovery, especially in terms of total hours worked.

In conclusion, regarding the reorganization of active labor policies and the promotion of employment, the hope is that in the phase of concrete implementation, the actions and interventions do not deviate from the line traced by the PNRR so as not to waste a unique opportunity to relaunch the economic recovery of our country as a whole avoiding leaving regional pockets behind.

References

- [1] Barbieri P, Scherer S., Labour market flexibilization and its consequences in Italy. *European Sociological Review* 25: 677–692, 2019
- [2] Bauder H., Culture in the labor market: segmentation theory and perspectives of place. *Progress in Human Geography* 25: 37–52, 2001
- [3] Cainarca GC, Sgobbi F., The return of education and skills in Italy. *International Journal of Manpower* 32: 187–205, 2012
- [4] Charles M., Deciphering sex segregation: vertical and horizontal inequalities in ten national labor markets. *Acta Sociologica* 46: 267–287, 2003
- [5] Cortese A (a cura di), *Carriere mobili. Percorsi lavorativi dei giovani istruiti nel Mezzogiorno*. Franco Angeli, Milano, 2012
- [6] Cuberes D, Teignier M., Aggregate effects of gender gaps in the labor market: a quantitative effect. *Journal of Human Capital* 1: 1–32, 2016
- [7] Cutillo A, Centra M., Gender-based occupational choices and family responsibilities: the gender wage gap in Italy. *Feminist Economist* 23: 1–31, 2017
- [8] Del Rey E, Racionero M, Silva JI., Labour market effects of the reducing gender gap in parental leave entitlements. *Labour Economics* 72: 102036, 2021
- [9] Fana M, Torrejón-Pérez S, Fernández-Macías E., Employment impact of Covid-19 crisis: from short term effects to long terms prospects. *Journal of Industrial and Business Economics* 47: 391–410, 2020

Is a theory of everything possible? Critical reflections and variations on the theme (È possibile una teoria del tutto? Riflessioni critiche e variazioni sul tema)

Davide Fiscaletti*

Abstract

The evolution of the history of physics shows how natural phenomena can be grouped into discrete regimes, among which there are precise relationships and specific connecting elements but which, with an excellent approximation, can be considered independent of each other. Here it is clarified, in the light of the developments of contemporary physics, in what sense theory of everything means "theory that aims to explain a specific and limited level of energy", highlighting the link between the world we experience daily and the background of the theories of everything.

Keywords: theories of everything; quantum gravity; principle of collective organization.

Riassunto

L'evoluzione della storia della fisica mostra come i fenomeni naturali possono essere raggruppati in regimi discreti, tra cui esistono precise relazioni e specifici elementi di raccordo ma che, con un'ottima approssimazione, si possono considerare indipendenti l'uno dall'altro. Qui si chiarisce, alla luce degli sviluppi della fisica contemporanea, in che senso teoria del tutto significa "teoria che si propone di spiegare un livello di energia specifico e limitato", evidenziando il legame tra il mondo che sperimentiamo quotidianamente e il background delle teorie del tutto.

Parole Chiave: teorie del tutto; gravità quantistica; principio di organizzazione collettiva.[†]

* SpaceLife Institute, San Lorenzo in Campo, Italy; spacelife.institute@gmail.com.

[†] Received: 2021-11-21; Accepted: 2021-12-28; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.688. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©Fiscaletti. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

1. Introduzione

Si legge spesso, anche su pubblicazioni divulgative, come uno degli scopi della fisica – e forse lo scopo principale – sia quello di trovare una teoria del tutto la quale dovrebbe descrivere la natura a qualsiasi livello di distanza, tempo ed energia, una singola struttura concettuale in grado di spiegare in modo unificato tutte le forze del cosmo e tutta la materia. Se si riuscisse a scoprirla, sarebbe il raggiungimento del Sacro Graal della fisica, una singola equazione dalla quale si potrebbero derivare tutte le leggi della natura. La scoperta di una siffatta teoria, testata in modo rigoroso, potrebbe anche consentirci di dare delle risposte ad interrogativi che hanno assillato l'umanità da secoli, riguardo al senso dell'universo, all'esistenza di un creatore. Molti scienziati, compreso lo stesso Einstein, si sono cimentati, senza successo, nella ricerca di una teoria del tutto. Ancora oggi, nonostante le rivoluzioni scientifiche del '900 e i progressi ottenuti negli ultimi decenni, possiamo dire di essere lontani dal trovare la fantomatica “equazione di Dio”. Alla luce dell'evoluzione del pensiero scientifico, è allora lecito chiedersi: cos'è veramente una teoria del tutto, cosa può dirci riguardo all'universo e quale ruolo effettivo può avere?

Nel suo recente libro *Teorie del tutto*, Frank Close inizia la sua trattazione dando una definizione generale di teorie del tutto come “teorie che si basano sugli studi in ogni campo del sapere (per esempio, fisica, matematica, astronomia, ecc...) con lo scopo di spiegare il funzionamento dell'universo come lo conosciamo” (Close, 2018). Sulla base di questa definizione, possiamo dire che una teoria del tutto costituisce una realtà mutevole nel senso che, nel corso della storia, determinate scoperte possono mettere in crisi la spiegazione dell'universo fino a quel momento dominante portando a una nuova teoria che accresce ed estende il tutto già noto, e questo compatibilmente con una visione della scienza come entità dinamica, che è in costante evoluzione e riorganizzazione, con l'idea – originariamente proposta da Anassimandro nel VI sec. a.C. – che la scienza nasce da ciò che non sappiamo e dalla messa in discussione di qualcosa che credevamo di sapere, che la scienza consiste nel guardare più lontano, nell'esplorazione continua di nuove forme di pensiero per concettualizzare il mondo.

Al netto di un'analisi storica generale, emerge il seguente quadro riguardo alle varie teorie sviluppate dalla fisica. Nel corso dei secoli, la fisica ha potuto fare dei progressi nella spiegazione dei fenomeni della natura senza possedere una vera e propria teoria del tutto intesa come teoria in grado di descrivere la natura a qualsiasi livello di distanza, tempo ed energia, perché i fenomeni naturali possono essere raggruppati in regimi discreti, possono essere suddivisi in un insieme di strati, di livelli di descrizione tra cui esistono precise relazioni e specifici elementi di raccordo ma che, con un'ottima approssimazione, si

possono considerare indipendenti l'uno dall'altro. Una teoria che si propone di descrivere un dato regime della natura funziona – e quindi si può considerare una sorta di “teoria del tutto per quello specifico dominio” – perché la natura mette efficacemente in quarantena le manifestazioni degli altri strati, nel senso che questi non sembrano avere alcun peso effettivo nella descrizione dei fenomeni del livello in considerazione. In altre parole, il funzionamento della natura ci insegna che siamo in grado di formulare una “teoria del tutto” dove tutto significa “all'interno di un livello di energia specifico e limitato”. Inoltre, una teoria del tutto può considerarsi “forte” quando permette di fornire una spiegazione unificata di fenomeni disparati e fornisce predizioni che possono poi essere testate sperimentalmente: sono sempre gli esperimenti a decidere quali teorie descrivono la natura e quali invece sono belle idee e nient'altro. In questo articolo, analizzando la situazione attuale della fisica teorica nei primi due decenni del XXI secolo, ci proponiamo di ragionare intorno a questa specifica formulazione di teoria del tutto come “teoria che si propone di spiegare un livello di energia specifico e limitato”: cercheremo di contestualizzarla, chiarendo quale possa essere il legame tra lo spazio-tempo macroscopico che sperimentiamo nelle nostre vite e il background delle teorie del tutto più sofisticate che abbiamo a disposizione, alla luce degli sviluppi della fisica contemporanea.

2. Nubi all'origine di una nuova fisica

All'alba del 1900, alla luce dei successi nella descrizione del mondo fisico ottenuti fino ad allora dalla meccanica di Newton (che forniva una descrizione unificata del moto dei corpi terrestri e del moto dei corpi celesti) e dalla teoria dell'elettromagnetismo di Maxwell (che forniva una descrizione unificata di elettricità, magnetismo e fenomeni luminosi), Lord Kelvin proclamò che ormai non c'era più niente di nuovo da scoprire nella fisica, che non rimanevano altro che misurazioni sempre più precise. In realtà, Lord Kelvin evidenziò anche la presenza di due nubi nella fisica di quell'epoca, ovvero da un lato il risultato negativo dell'esperimento di Michelson-Morley, riguardante il fatto che non si era rilevata nessuna differenza nella velocità della luce misurata da corpi in movimento, e dall'altro lato i risultati sperimentali riguardanti la luce emessa dai corpi incandescenti (il problema della radiazione emessa dal cosiddetto “corpo nero”, ovvero un corpo in grado di assorbire perfettamente tutta la radiazione che lo colpisce). E, in effetti, Lord Kelvin le scelse proprio bene queste due nubi, perché di lì a poco avrebbero portato alla nascita di una nuova fisica, vale a dire di nuove teorie del tutto. Nel 1905, com'è noto, con la pubblicazione di un famosissimo lavoro, Albert Einstein avrebbe mandato in frantumi l'immagine classica del mondo fino ad allora dominante elaborando

la teoria della relatività speciale (Einstein, 1905) – con la quale riuscì ad aggirare l'incompatibilità tra le equazioni di Newton e quelle di Maxwell riguardo all'impossibilità di viaggiare testa a testa a fianco di un raggio di luce – e, nel giro di pochi decenni, grazie ai contributi di vari eminenti scienziati, sarebbe nata la meccanica quantistica, la teoria più generale delle cose piccole, con equazioni che vanno oltre quelle di Newton e che comportano che l'energia esista in pacchetti discreti, che permette di spiegare, tra le altre cose, l'esistenza della materia così come la conosciamo ovvero in uno stato di stabilità (problema su cui la teoria di Maxwell incontrava enormi difficoltà, portando al paradosso per cui l'attrazione elettrica avrebbe dovuto far precipitare gli elettroni nel nucleo atomico nel giro di poche frazioni di secondo). La teoria della relatività speciale e la meccanica quantistica hanno portato così ad esplorare una nuova fisica, accrescendo il tutto fino a quel momento conosciuto.

Per quanto riguarda la relatività speciale, va enfatizzato che questa teoria può essere considerata la teoria del tutto che permette di studiare il dominio delle elevatissime velocità, e quindi le proprietà dei fasci di luce e dello spaziotempo, in situazioni in cui si può trascurare la gravità e qui la chiave di volta per comprendere le cose consiste nell'unificazione di spazio, tempo, materia ed energia: Einstein mostrò infatti che spazio, tempo, materia ed energia sono parti di una più grande simmetria basata su rotazioni in quattro dimensioni. Ma, nel tentativo di pervenire a una descrizione unificata dei più disparati fenomeni interconnessi, è la rivoluzione quantistica ad aver determinato gli sviluppi e scenari più fecondi.

Nel corso del XX secolo, la meccanica quantistica, alla luce di incontrastati successi predittivi, è diventata in pratica la teoria del tutto in grado di spiegare tutto ciò che è più grande di un nucleo atomico, mettendo in quarantena i range di distanze più piccole. La meccanica quantistica ha portato inoltre alla nascita della teoria quantistica dei campi, che può essere considerata il suo più potente frutto maturo e la sua vera interpretazione realistica e, nella seconda metà del XX secolo, si è rivelata essere la sintassi principale che consente di descrivere le particelle elementari e di specificare il modo in cui interagiscono. Grazie ai lavori pionieristici di Dirac (1927) e Jordan (1927) e, soprattutto, agli imperituri contributi di Tomonaga (1946), Schwinger (1948), Feynman (1949) e Dyson (1949), la prima teoria quantistica dei campi ad essere stata formulata è l'elettrodinamica quantistica o QED, che si è rivelata poi essere la teoria del tutto relativa al campo elettromagnetico – e quindi al modo in cui gli elettroni interagiscono con i fotoni – e all'interno della struttura atomica escluso il nucleo. La QED forniva in pratica una trattazione della luce e degli elettroni che obbedisse alla meccanica quantistica e alla relatività speciale, permettendo di calcolare cose come la forza magnetica dell'elettrone con un grado accuratezza sorprendente,

pari a una parte su cento miliardi. Il successo predittivo ed empirico della QED è tuttora ineguagliato e ha portato alla formulazione del cosiddetto Modello Standard della fisica delle particelle, la struttura teorica fondamentale che fornisce una trattazione unificata delle particelle e delle forze (esclusa la gravità).

Ora, se andiamo ad analizzare in dettaglio la situazione attuale della fisica alla luce del Modello Standard, è possibile individuare rilevanti analogie con quanto era accaduto a fine '800. Infatti, proprio come fino alla fine dell'800 la scienza poté formulare teorie di grande successo trascurando la necessità di considerare cosa succedeva a regime microscopico e alle alte velocità e quindi di sviluppare meccanica quantistica e relatività, all'inizio del XXI secolo ci troviamo in una situazione analoga riguardo alla gravità nel senso che il Modello Standard può essere considerato una teoria del tutto se si mette in quarantena la gravità (Close, 2018). Il Modello Standard presenta, al suo interno, tre grossi pilastri: la cromodinamica quantistica, che spiega l'esistenza dei nuclei atomici, la quantum flavourdynamics, che descrive processi come la trasmutazione degli elementi tramite i decadimenti radioattivi, e l'elettrodinamica quantistica. La cromodinamica quantistica descrive la forza nucleare che tiene assieme i quark costituenti neutroni e protoni invocando dei campi, che possono essere considerati una generalizzazione delle equazioni di Maxwell, chiamati campi di Yang-Mills (dal nome dei due fisici, Chen Ning Yang e Robert L. Mills che nel 1954 introdussero queste nuove entità come un insieme di nuove e più potenti versioni del campo di Maxwell): quando vennero applicati ai quark, i campi di Yang-Mills vennero chiamati gluoni, in quanto agiscono come una colla che tiene assieme i quark (Yang e Mills, 1954). In modo analogo, per spiegare i processi di decadimenti radioattivo – che sono la ragione, tra le altre cose, per cui l'interno del nostro pianeta è così caldo e che sono causati dalla cosiddetta forza nucleare debole – i fisici introdussero una nuova simmetria, postulando che elettroni e neutrini potessero essere accoppiati: negli anni '70 Steven Weinberg, Sheldon Glashow e Abdus Salam svilupparono così la cosiddetta teoria elettrodebole, che unificava l'elettromagnetismo con la forza nucleare debole, in cui un altro campo di Yang-Mills (costituito dai bosoni vettori W e Z) descriveva l'interazione tra elettroni e neutrini. Analizzando cromodinamica quantistica, quantum flavourdynamics e QED, quello che salta immediatamente agli occhi è che questi tre diversi approcci risultano molto simili dal punto di vista del formalismo matematico: questa somiglianza è tale per cui diventa lecito considerare la possibilità che forse costituiscono elementi speciali di una sola teoria del tutto, che descrive la dinamica degli atomi, i nuclei, i protoni, i neutroni e i loro quark costituenti a energie superiori a quelle accessibili con il LHC di Ginevra, ma nessuno dei tre dice nulla riguardo alla gravità. Il punto cruciale è che il Modello Standard è una teoria unificata che funziona così

bene quando viene applicata agli atomi e alle loro particelle costituenti, ignorando la gravità, perché c'è un'immensa distanza che separa le energie più elevate raggiungibili negli esperimenti attualmente alla nostra portata dalle enormi energie della cosiddetta scala di Planck (la scala di distanza, tempo ed energia che si ottiene combinando tra loro in modo opportuno la costante di gravitazione universale newtoniana, la velocità della luce e la costante di Planck e che, in qualche modo, può essere associata alla piccolezza estrema della costante di gravitazione universale). Questo significa che, se in futuro riuscissimo ad effettuare esperimenti ad energie vicine alla scala di Planck, non potremmo più mettere in quarantena gli effetti della gravità sulle particelle.

Il Modello Standard era in grado di predire con accuratezza tutte le proprietà della materia che uno poteva riscontrare andando a ritroso fino a una frazione di secondo dopo il Big Bang, quando tutte le quattro forze fondamentali erano fuse in un'unica superforza che obbediva ad una sorta di (ignota) simmetria fondamentale, che con l'espansione e il raffreddamento dell'universo si sarebbe scissa nelle simmetrie frammentate della forza debole, della forza forte e della forza elettromagnetica. Nel Modello Standard, per spiegare questo processo che è in grado di rompere la simmetria originaria, chiamato rottura di simmetria, si invoca l'idea che lo spazio-tempo sia permeato da un nuovo campo, il fantomatico bosone di Higgs. Nonostante nel 2012-2013 abbia fatto molto scalpore la scoperta dei quanti di questo campo, che costituiva il tassello mancante della teoria, il Modello Standard appare una teoria sgraziata, raffazzonata, in cui per cucire assieme le varie forze della natura si invocano una ventina di parametri, i cui valori devono essere inseriti a mano. E, soprattutto, non fa alcun riferimento alla gravità, che sappiamo essere la forza fondamentale che regola il comportamento su larga scala dell'universo (Kaku, 2021).

D'altra parte, se prendiamo in considerazione la gravità, oggi sappiamo che la teoria di Newton non può essere considerata una consistente teoria del tutto: partendo dal principio secondo cui le leggi della natura assumono la stessa forma per tutti gli osservatori indipendentemente dal loro stato di moto, Einstein mostrò che Newton si sbagliava a livello concettuale riguardo alla gravità e con la sua teoria della relatività generale – la cui formulazione definitiva ebbe luogo nel 1915 – chiarì che la gravità è una distorsione della struttura spazio-temporale, che la gravità distorce o incurva sia lo spazio sia il tempo, ossia rende di tipo non euclideo lo spazio-tempo caratteristico della relatività speciale. In particolare, nella sua teoria Einstein introdusse un'equazione fondamentale, l'equazione tensoriale del campo gravitazionale – contenente dieci equazioni numeriche che assumono la stessa forma in tutti i sistemi di riferimento e si riducono all'equazione classica di Newton nel caso di campi gravitazionali deboli – la quale mette in relazione la geometria dello

spazio-tempo con la distribuzione di materia ed energia al suo interno. Questa equazione non è però l'unica che si può ricavare a partire dai postulati della relatività generale nel senso che i principi della relatività generale ammettono anche un ulteriore contributo, che risulta avere conseguenze osservabili su scale cosmiche, vale a dire la cosiddetta costante cosmologica, una sorta di densità di energia (chiamata sovente energia oscura) che pervade tutto lo spazio e che ha l'effetto di allontanare le galassie una dall'altra. Così, se la teoria quantistica dei campi fornisce la sintassi del Modello Standard della fisica delle particelle, in maniera simile la relatività generale fornisce il modello standard per la cosmologia, chiamato modello Lambda-CDM (dove CDM sta per cold dark matter, ovvero materia oscura fredda) o modello del Big Bang, che contiene le nostre conoscenze riguardo alla materia oscura (quella fantomatica materia invisibile invocata per spiegare la velocità angolare delle galassie, il loro moto all'interno degli ammassi di galassie, ecc...) e all'energia oscura.

Una possibile sorgente dell'energia oscura potrebbe essere rappresentata dagli effetti quantistici associati alla gravità. Ci si aspetta allora che una teoria della gravità quantistica abbia per la natura del vuoto implicazioni analoghe a quelle della QED sulle fluttuazioni virtuali dell'energia del vuoto elettromagnetico, ma tra relatività generale e teoria quantistica c'è qualcosa che stride, c'è un'incompatibilità di fondo e il tentativo di unificarle in una sintesi più generale incontra grossi problemi.

Così, proprio come alla fine dell' '800 lo scenario della fisica presentava due nubi – identificate opportunamente da Lord Kelvin – allo stesso modo in questo inizio di III millennio la nostra ricerca di una teoria del tutto si trova di fronte a due grossi ostacoli. Il primo è rappresentato dal problema della costante cosmologica quando si cerca di unificare teoria quantistica dei campi e relatività generale, problema che è strettamente correlato alla comparsa di buchi neri alla scala di Planck. Se la teoria quantistica dei campi implica che il vuoto sia permeato di particelle e antiparticelle che appaiono e scompaiono su scale temporali sempre più veloci e distanze sempre più piccole, la gravità introduce un paradosso in quanto le fluttuazioni vicine alla scala di Planck corrispondono a energie enormi e, di conseguenza, comporta che buchi neri appaiono e scompaiono istantaneamente, eliminando dall'universo osservabile tutte le distanze inferiori a 10^{-35} metri. A distanze piccolissime, perciò, lo spazio-tempo diventa una schiuma frastagliata dove le fondamenta della teoria quantistica dei campi sembrano svanire e questo comporta che la comparsa di buchi neri alla scala di Planck non può essere messa in quarantena. La comparsa di buchi neri alla scala di Planck implica che nella teoria quantistica dei campi la grandezza dell'energia oscura, o della costante cosmologica, è 120 ordini di grandezza inferiore del valore osservato sulla base dei dati relativi all'espansione dell'universo.

Il secondo ostacolo nel tentativo di costruire una teoria del tutto della gravità quantistica riguarda la spiegazione dell'esistenza stessa di strutture materiali. La materia ha le caratteristiche che possiede e, quindi, è così come ci appare perché la gravità ha un'intensità molto inferiore rispetto alle interazioni nucleare forte ed elettromagnetica. Ne deriva così un problema gerarchico: le dimensioni degli atomi e delle strutture macroscopiche si spiegano solo se c'è qualcosa che contrasta le fluttuazioni del vuoto sul campo di Higgs – il campo invocato dal Modello Standard per rendere conto della massa delle particelle – le quali comportano che le masse delle particelle elementari dovrebbero essere 17 ordini di grandezza più grandi di quelle osservate. Qualsiasi teoria del tutto, la quale voglia aggredire la gravità quantistica e quindi la scala di Planck, come requisito essenziale dovrà necessariamente superare i due ostacoli qui menzionati (Close, 2018).

3. Alcune proposte al bazar della realtà

La prospettiva tradizionale, seguita in tutto il secolo scorso, per trovare una teoria del tutto della gravità quantistica consiste nel formulare una versione quantistica della relatività generale. A questo proposito, esistono molte procedure diverse e quindi il problema può essere considerato puramente tecnico, almeno per quanto riguarda la costruzione della teoria e si tratta di un problema formidabile, in virtù delle molte ed enormi difficoltà matematiche che si hanno applicando le varie procedure di quantizzazione della relatività generale. Esistono approcci canonici, covarianti, perturbativi, non-perturbativi (per una rassegna dettagliata, vedi per esempio: Carlip, 2015; Oriti, 2009). Da ognuno abbiamo imparato molto, ma tutti sono incompleti, con i loro pregi ed i loro difetti. Tutti questi approcci condividono lo stesso oggetto di base: un campo gravitazionale quantistico, cioè uno spaziotempo quantistico, e questo significa che lo spazio, il tempo, la geometria sono necessariamente soggetti a fluttuazioni e determinabili solo in maniera probabilistica e che varie grandezze fisiche da continue diventano discrete.

La teoria unitaria della gravità quantistica forse più nota e più studiata è la cosiddetta teoria delle superstringhe. Molti fisici pensano che la teoria delle superstringhe è il candidato principale per poter arrivare a una singola equazione che sia in grado di rispondere a tutte le domande sul cosmo. In questa teoria, alla scala di Planck l'universo non è fatto di particelle puntiformi ma di minuscole corde (stringhe) unidimensionali vibranti, dove ogni nota corrisponde a una particella subatomica ed è possibile fornire una descrizione quantistica unificata di tutte le interazioni fondamentali sulla base dell'idea che queste stringhe abitano in un background a molte dimensioni (Greene, 1999; Kaku, 1999; Kaku, 2017; Woit, 2007). Più precisamente, la teoria delle superstringhe comporta che l'universo potrebbe aver avuto in origine 10

dimensioni; tuttavia, a causa della sua instabilità, sei di quelle dimensioni finirono poi per arrotolarsi su se stesse, diventando così troppo piccole per poter essere osservate, vale a dire che il nostro universo potrebbe davvero avere 10 dimensioni ma i nostri atomi sarebbero troppo grandi per poter accedere alle altre 6 dimensioni[‡]. L'ipotesi è che, a grandi distanze o a energie molto maggiori dell'energia di Planck, la teoria quantistica sia un'approssimazione a una teoria delle stringhe più generale. Un pregio importante delle stringhe sta nel fatto che, mentre nella teoria quantistica dei campi la gravità è impossibile, qui la gravità è già necessariamente inclusa, corrispondendo alla vibrazione più bassa delle stringhe.

La ragione dell'interesse che suscita la teoria delle stringhe sta nel fatto che questa teoria permette di coniugare meccanica quantistica e relatività generale evitando gli infiniti che si incontrano quando si applicano le procedure quantistiche alla gravità nell'ambito del Modello Standard. E riesce in questo obiettivo invocando una simmetria che fornisce un'unificazione di tutte le particelle dell'universo, chiamata supersimmetria, la quale implica la possibilità di mantenere inalterata la struttura delle equazioni scambiando tra loro le particelle dell'intero universo. Più precisamente, la supersimmetria permette di scambiare tra loro bosoni (le particelle che trasmettono le interazioni, come fotoni, gluoni) e fermioni (le particelle costituenti la materia ordinaria, come elettroni, protoni e neutroni): la teoria prevede che ogni particella ha una sua super-partner, chiamata "sparticella", il superpartner di un fermione è un bosone, mentre il superpartner di un bosone è un fermione (per esempio, il superpartner dell'elettrone è chiamato "selettrone", quello del quark "squark"). Un aspetto allettante della supersimmetria è che, se la natura fosse supersimmetrica a distanze inferiori a 10^{-18} metri, e quindi le particelle

subatomiche si manifestassero nel range di energie comprese tra 100 GeV e 1000 GeV, si potrebbero evitare le enormi fluttuazioni nella teoria quantistica dei campi e risolvere così il problema della gerarchia. Ma c'è un intoppo di non poco conto: al momento non esistono prove sperimentali dirette che la natura legga la supersimmetria (Close, 2018).

Nonostante numerose indagini sulle fondamenta della teoria delle stringhe abbiano portato allo sviluppo di intuizioni matematiche ed implicazioni in ambiti inattesi, non ci sono stati molti progressi nell'intento originale di arrivare ad un'unica equazione per descrivere tutte le particelle e le forze. In particolare, sono emerse cinque diverse versioni della teoria delle stringhe in 10 dimensioni e, inoltre, le equazioni della teoria comportano un numero

[‡] Nelle teorie che prevedono l'esistenza di dimensioni addizionali, una delle soluzioni per spiegare la loro non osservabilità invoca appunto il cosiddetto processo della "compattificazione", nel quale le dimensioni addizionali sono arrotolate fino ad assumere una struttura talmente piccola che nessun esperimento attualmente eseguibile può rivelarne l'esistenza.

incredibilmente enorme di soluzioni (10^{500}) ovvero di universi, in cui la supersimmetria si manifesta in modi che corrispondono grosso modo alla nostra situazione, ma che sono caratterizzati da diversi valori della costante cosmologica. Il fatto di considerare un multiverso suggerisce nuovi scenari di trattare la nube della costante cosmologica: tra gli infiniti universi ci troviamo proprio in quello in cui la costante cosmologica ha il valore giusto affinché si siano potute formare le galassie e le stelle sopravvivano per miliardi di anni in modo da permettere l'evoluzione di forme di vita intelligente, ma non si riesce comunque a spiegare qual è il motivo profondo per cui nel nostro universo è avvenuto questo (malgrado l'ipotesi dell'inflazione eterna suggerisca in questo senso degli scenari interessanti da esplorare).

Per quanto riguarda gli sviluppi teorici della teoria delle stringhe, va sottolineato che nel 1995 Edward Witten scoprì che le cinque diverse versioni della teoria delle stringhe in dieci dimensioni potevano essere derivate da una sottostante, più fondamentale, teoria a undici dimensioni, nota come teoria M (dove M sta per madre), basata su membrane, le quali appunto potevano collassare in cinque modi distinti in una stringa a 10 dimensioni (Witten, 1995). La teoria M – diversamente dalle cinque versioni della teoria delle stringhe originale – presenta però l'inghippo di non essere esprimibile nel formalismo di teoria del campo e consiste in una serie di equazioni disgiunte che vengono mirabilmente a descrivere la stessa teoria. Un altro risultato significativo venne ottenuto tre anni dopo da Juan Maldacena, il quale mostrò che una teoria supersimmetrica di Yang-Mills – che descrive il comportamento di particelle subatomiche in quattro dimensioni – era matematicamente equivalente a una certa teoria delle stringhe (cosa che fino ad allora era ritenuta impossibile) e questo comportava che c'erano profonde connessioni inaspettate tra la forza gravitazionale e la forza nucleare definite in dimensioni del tutto differenti (Maldacena, 1998). Inoltre, da questa scoperta emerse un altro sviluppo inatteso, vale a dire il cosiddetto principio olografico, l'idea che il mondo tridimensionale che sperimentiamo nelle nostre vite costituisce in realtà una proiezione del mondo reale, che è a 10 o 11 dimensioni. Tuttavia, nonostante i pregi nella trattazione della gravità e nell'affrontare svariati inghippi del Modello Standard e gli interessanti sviluppi qui menzionati, come abbiamo sottolineato prima, molteplici sono gli aspetti problematici della teoria delle stringhe, su cui la teoria continua a ricevere svariate legittime critiche: che la sua matematica potrebbe non avere nulla a che fare con la realtà fisica (per esempio, appunto non sono ancora state trovate prove a sostegno della supersimmetria), che predice l'esistenza di molti universi paralleli con caratteristiche differenti e, soprattutto, che non può essere testata (nel senso che per testarla bisognerebbe arrivare all'energia di Planck, che è un milione di miliardi di volte più grande dell'energia prodotta attualmente dall'LHC).

Inoltre, va puntualizzato che la teoria delle stringhe, pur essendo basata su meccanica quantistica e relatività generale, non considera l'indipendenza dal background prevista dalla relatività generale come fondamentale, in quanto il suo apparato matematico comporta la separazione del campo gravitazionale in due componenti, l'una considerata come un background fissato, l'altra trattata come un campo quantistico. Infatti, una corretta teoria autenticamente relativistica, alla luce dei risultati della relatività generale, dovrebbe essere indipendente dal background, ovvero le teorie che estendono la relatività generale alla trattazione della scala di Planck dovrebbero avere a che fare con una struttura base fondamentale ed invariante, vale a dire dovrebbero implicare che l'ultimo livello della realtà fisica sia lo stesso in ogni sistema di riferimento e quindi di fatto per ogni osservatore (Fiscaletti, 2017). Oggi abbiamo a disposizione diverse interessanti teorie che possiedono questi requisiti, per esempio la teoria dei twistor sviluppata dal fisico britannico Roger Penrose e, soprattutto, la gravità quantistica ad anelli (o teoria dei loop), che forse può essere considerata la teoria più significativa della fisica attuale la quale, al fine di fornire una trattazione quantistica dell'interazione gravitazionale e quindi di aggredire la scala di Planck, affronta direttamente il problema che, come previsto dalla relatività generale, in natura non esiste in verità alcun background e costruisce una teoria quantistica di campo in una forma che non richiede un background (Rovelli, 1997; Rovelli, 2001; Rovelli, 2003; Rovelli, 2004; Rovelli, 2010). Questa teoria – sviluppata principalmente da Rovelli e Smolin – consiste in sostanza in un'applicazione diretta della meccanica quantistica alla relatività generale: dapprima, il campo gravitazionale viene identificato con la struttura metrica dello spazio-tempo e, poi, questa identificazione viene estesa anche in regime quantistico; però questa teoria non consente, al momento, di fornire una descrizione unificata di tutte le 4 interazioni fondamentali. Mentre nella teoria delle stringhe tutte le forze sono campi che si manifestano sotto forma di particelle mediatrici, compresa la forza di gravità che sarebbe trasmessa dal gravitone, uno stato di stringa privo di massa, il quale esiste nello spazio-tempo, invece nella teoria dei loop è lo spazio-tempo stesso ad essere quantizzato. La gravità quantistica a loop deve il suo nome ai cammini chiusi che portano da un quanto di spazio a quello vicino, fino a ritornare al punto di partenza, cammini i quali determinano la curvatura dello spazio-tempo. Benché questa teoria, non portando ad un'unificazione di tutte le forze, non appaia molto ambiziosa, in realtà suggerisce il concetto rivoluzionario che, al livello più fondamentale, l'universo possa essere visto come un set di campi coesistenti e sovrapposti l'uno all'altro, di cui uno è proprio il campo gravitazionale cioè lo spazio-tempo (Al-Khalili, 2020).

L'aspetto più significativo ed allettante della gravità quantistica ad anelli sta appunto nel fatto che essa predice che lo spazio non è continuo, non è

infinitamente divisibile, ma che ha una struttura granulare alla scala di Planck, data da una rete di anelli, di “loop”. Questi anelli costituiscono in pratica le linee di forza del campo gravitazionale e, come tali, altro non sono che i fili con cui è tessuto lo spazio. Alla luce della gravità quantistica a loop, quindi, le linee di forza del campo gravitazionale quantistico tessono lo spazio come una maglia tridimensionale di anelli intrecciati. Il significato fisico di questi loop sta nei punti in cui essi si toccano, chiamati “nodi”, e nei tratti di linea compresi tra un nodo e l’altro, chiamati “legami” (in inglese “link”). I nodi rappresentano le eccitazioni quantistiche del campo gravitazionale vale a dire i quanti elementari di spazio, i quanti elementari di cui è fatto il volume. I link degli anelli che attraversano la superficie della regione in considerazione sono i quanti elementari dell’area. La gravità quantistica a loop stabilisce perciò che, alla scala di Planck, lo spazio è quantizzato: l’area e il volume di una data regione di spazio non possono assumere valori arbitrari, ma solo uno spettro discreto di valori. Esistono cioè un’area minima e un volumetto minimo: in un’operazione di misura su una qualsiasi regione del campo gravitazionale, non è possibile osservare un’area o un volume che siano più piccoli della scala di Planck. La discretizzazione della geometria spaziale predetta dalla gravità quantistica a loop può essere considerata una proprietà genuina dello spazio, indipendente dall’intensità del campo gravitazionale effettivo in un dato luogo. Così, si apre l’interessante prospettiva di osservare effetti di gravità quantistica persino in assenza di forti campi gravitazionali, vale a dire nel limite di spazio piatto (Fiscaletti, 2017).

Inoltre, proprio come la meccanica quantistica consente di determinare precisamente, per esempio, i livelli energetici dell’atomo di idrogeno, in modo analogo la gravità quantistica a loop permette di calcolare esplicitamente lo spettro dei valori che possono assumere l’area e il volume dello spazio, fornendo così predizioni empiriche dettagliate della fisica alla scala di Planck. Se la QED è la teoria fondamentale che fornisce una descrizione matematica del campo elettromagnetico in regime quantistico permettendo di ricavare i fotoni come quanti elementari di questo campo, in modo analogo la teoria dei loop predice l’esistenza di atomi elementari di spazio dell’ordine della scala di Planck, descrivendo in forma matematica precisa questi atomi elementari di spazio e le equazioni che determinano il loro evolversi: le equazioni generali della meccanica quantistica applicate al campo gravitazionale di Einstein.

E’ importante sottolineare che nella gravità quantistica a loop non ha senso dire che i loop, e quindi i nodi di una rete, sono collocati nello spazio, perché qui non c’è alcun background fissato. Mentre nell’ambito della QED i fotoni, quanti del campo elettromagnetico, stanno nello spazio, nella teoria dei loop i quanti di spazio sono essi stessi lo spazio, contengono solo l’informazione – espressa dai link della regione – su quali sono altri quanti di spazio adiacenti. La localizzazione di singoli quanti di spazio non è definita rispetto a qualcosa,

ma è definita solo dai link, e solo in relazione l'uno all'altro. Perciò solo la posizione relativa di un loop rispetto ad un altro loop ha senso. In sintesi, nell'ambito della visione proposta da Rovelli, a piccolissima scala, lo spazio può essere visto come uno schiumeggiare, un frastagliarsi fluttuante di quanti elementari che agiscono l'uno sull'altro e tutti insieme agiscono sulle cose e si manifestano in queste relazioni come elementi finiti intrecciati (Rovelli, 2014). Inoltre, per quanto riguarda la concezione del tempo, va sottolineato che nella teoria dei loop non c'è alcuna dimensione temporale indipendente lungo la quale avviene la dinamica, non c'è un ben definito concetto di tempo e il tempo deve essere reintrodotta come una lettura su un determinato orologio fisico.

Infine, va anche menzionato che la gravità quantistica a loop ha portato a interessanti sviluppi in ambito cosmologico, suggerendo come lo spazio-tempo non finisce al big bang o al big crunch: la sua geometria quantistica estende lo spazio-tempo ad altre branche macroscopiche e suggerisce una nuova strada per il "recupero delle informazioni" nel processo di evaporazione di un buco nero. Se già negli anni '70 del secolo scorso Wheeler espresse la speranza che effetti di gravità quantistica avrebbero potuto risolvere la questione della singolarità del Big Bang nelle soluzioni di Friedman, Lemaitre, Robertson, Walker (FLRW) della relatività generale, e da allora ci sono stati molti lavori in questo senso, nella cosmologia prevista dalla gravità quantistica a loop, questa speranza di Wheeler è stata realizzata in un senso preciso: il big bang è sostituito da uno specifico big bounce (grande rimbalzo) e tutte le osservabili fisiche rimangono finite nel corso della loro evoluzione. Perciò, la cosmologia della teoria dei loop introduce la significativa prospettiva di estendere lo scenario inflazionario standard alla scala di Planck in una maniera consistente, portando a predizioni osservabili. Si scopre che, grazie a un'interazione imprevista tra l'ultravioletto e l'infrarosso, gli effetti della geometria quantistica dalla fase preinflazionaria della dinamica lasciano alcune firme alle scale angolari più grandi, che possono spiegare alcune anomalie osservate nella radiazione cosmica di fondo (Ashtekar e Bianchi, 2021).

Alla luce di teoria delle stringhe e teoria dei loop, possiamo dire che una teoria definitiva del tutto – in grado di affrontare e risolvere in modo consistente le due nubi della scienza del XXI secolo sopra menzionate – avrà caratteristiche nuove nella trattazione della scala di Planck, ma a basse energie si ridurrà alla teoria quantistica dei campi, però sulla base dei dati attuali non sappiamo stabilire se e quale di queste due specifiche teorie potrà guidarci verso una soluzione. In altre parole, alla luce della situazione della fisica teorica attuale, possiamo dire di essere ancora ben lontani dal trovare la fantomatica "equazione di Dio": disponiamo di teorie che sembrano sì molto promettenti ma presentano svariate questioni irrisolte. Da un lato, la teoria delle stringhe, che sembra la migliore strada da percorrere per realizzare

l'unificazione delle quattro forze della natura, continua a restare una speculazione teorica, non avendo ancora fornito alcuna predizione verificabile. Dall'altro lato, la gravità quantistica a loop, che sembra il modo più ragionevole per quantizzare lo spazio-tempo, non ci dice come combinare la gravità con le altre tre forze. E non sappiamo se una di queste due diverse visioni sia corretta o se sarà necessario unificarle o trovare nuovi approcci completamente diversi con cui affrontare il muro di Planck (Al-Khalili, 2020).

In effetti, va sottolineato che, sebbene la prospettiva contenuta in teoria delle stringhe e teoria dei loop (basata sulla quantizzazione diretta del campo gravitazionale) sia radicale per implicazioni concettuali e fisiche, recentemente alcuni scienziati hanno cercato altre vie per unificare relatività generale e meccanica quantistica da cui sono emerse nuove ulteriori prospettive sul problema della gravità quantistica che introducono forse scenari ancora più estremi (Oriti, 2018a).

Le singolarità gravitazionali, ovvero le situazioni in cui, secondo la relatività generale, la curvatura dello spaziotempo cresce senza limiti, come all'interno dei buchi neri o al Big Bang, nonché la stessa termodinamica dei buchi neri, in particolare il loro possedere un'entropia finita, vengono interpretati da svariati fisici come un segnale di inapplicabilità più generale del continuum spaziotemporale e dell'idea di campi di interazione (incluso il campo gravitazionale, quantizzato o meno) anch'essi continui che vivono su di esso e suggeriscono l'esistenza di entità microscopiche fondamentali, e discrete, che costituiscono ciò che chiamiamo spaziotempo e di cui la geometria e i campi con cui lo descriviamo sono soltanto manifestazioni (approssimate) collettive (Oriti, 2018b). Oltre alla gravità quantistica a loop, approcci che sviluppino idee di questo tipo in modo ancora più radicale sono le cosiddette teorie di campo su gruppi, in cui lo spaziotempo emerge da strutture più fondamentali e non spaziotemporali in sé. Nella prospettiva della teoria dei gruppi, quindi, l'oggetto della gravità quantistica, e quindi la costruzione di una teoria del tutto, significa considerare uno spaziotempo emergente, non soltanto quantistico. In questo quadro, il problema della gravità quantistica prende una nuova forma, e si carica di compiti ulteriori, ponendosi obiettivi ancora più estremi, vale a dire: a) individuare e descrivere matematicamente le entità quantistiche, non-spaziotemporali e discrete che costituiscono l'universo al livello più fondamentale, e la loro dinamica; b) mostrare in che senso lo spaziotempo come lo conosciamo e la sua dinamica effettiva in termini di Relatività Generale e teoria quantistica dei campi emergono in una approssimazione e nelle circostanze appropriate, preceduti, magari, da un regime in cui lo spaziotempo e la geometria sono già 'emersi' e manifestano proprietà quantistiche (il regime corrispondente al problema della gravità quantistica tradizionale) (Oriti, 2018a, 2018b, 2019 e 2017). Riguardo alla ricerca delle entità non spaziotemporali più fondamentali da cui dovrebbe

emergere lo spazio-tempo e al modo in cui dovrebbero emergere lo spaziotempo e tutte le nozioni che su esso si basano, i risultati ottenuti dipendono da quale approccio specifico alla gravità quantistica consideriamo, dal contesto specifico (formalismi diversi presentano candidati diversi per le entità fondamentali e ricorrono a tecniche e idee diverse) (Oriti, 2019 e 2017).

Il punto cruciale è però che, qualsiasi siano le entità fondamentali, lo spaziotempo continuo e la sua descrizione in termini di campi di materia e interazione può emergere solo alla fine di un'approssimazione continua che coinvolga un gran numero di queste entità fondamentali e che sia resa possibile dal risultato della loro dinamica collettiva. A livello più tecnico, questa intuizione a sua volta suggerisce che un ruolo fondamentale debba essere svolto dal gruppo di rinormalizzazione, che è esattamente lo strumento che ci permette di ottenere la dinamica effettiva (e approssimata) macroscopica di sistemi quantistici formati da molti corpi microscopici. Inoltre, se si deve analizzare la dinamica collettiva di un numero grande di entità quantistiche interagenti, un altro fatto veramente importante è che il risultato di questa dinamica collettiva non è unico, nel senso che un sistema di questo tipo si può organizzare in una molteplicità di fasi distinte, alle quali corrisponde una fisica molto diversa. Proprio come in fisica dei sistemi di materia condensata classica e quantistica abbiamo fasi macroscopiche con proprietà osservabili molto diverse, a partire dagli stessi costituenti elementari (ovvero elettroni che interagiscono tramite campo elettromagnetico), in maniera simile nel caso dello spaziotempo, assumendo sia anch'esso costituito da 'molti corpi quantistici' (non spaziotemporali) ci dobbiamo aspettare che questi possano organizzarsi in fasi diverse.

Le teorie di campo sui gruppi, in sintesi, sono una descrizione 'atomica' e quantistica dello spaziotempo stesso, una teoria di campo in cui i 'quanti' fondamentali sono i costituenti elementari dello spaziotempo stesso, i suoi 'atomi' costitutivi, in cui l'universo può essere di fatto trattato come un fluido o un condensato, alla stregua dell'emergere della descrizione idrodinamica del fluido stesso, a partire dalla sua descrizione atomica/molecolare. Per quanto riguarda questo nuovo tipo di approcci, quali conseguenze osservative allora dobbiamo aspettarci? Come sottolineato da Daniele Oriti, tutte le strutture e i concetti su cui si basa tutta la fisica moderna potrebbero essere qui messi in discussione, scoprendo per esempio che gli effetti di gravità quantistica sono ovunque attorno a noi, come osservazioni e dati sperimentali già nelle nostre mani, che non mettevamo in relazione con la gravità quantistica in quanto si riferivano a fenomeni 'macroscopici', e che invece avrebbero la loro spiegazione più profonda nella gravità quantistica, proprio perché lo spaziotempo in sé, compresi i suoi aspetti macroscopici, ha natura emergente (Oriti, 2018a). A questo proposito, potremmo trovare una nuova chiave di spiegazione, in termini appunto di gravità quantistica, della materia oscura

(invocata per spiegare la formazione delle galassie a spirale e le loro curve di rotazione) e dell'energia oscura, fenomeni tuttora in attesa di spiegazione appropriata, e normalmente approcciati da un punto di vista puramente cosmologico. Un interessante aspetto di questo tipo di approcci è che qui la cosmologia viene ottenuta al livello di approssimazione idrodinamica, concentrandoci sulla dinamica collettiva delle entità fondamentali e sulle loro osservabili globali, trascurando le loro fluttuazioni e interazioni microscopiche, cioè quello che ci aspettiamo da una teoria macroscopica continua. Diversi modelli realistici delle teorie di campo su gruppi, sotto l'assunzione che l'universo sia omogeneo e isotropo, permettono di dedurre la dinamica effettiva del volume dell'universo dalle equazioni idrodinamiche del condensato, portando a diverse possibili evoluzioni dell'universo, tutte allettanti, caratterizzate in particolare da una serie ciclica di espansioni e contrazioni.

Infine, va sottolineato che, per affrontare la gravità quantistica, in un quadro epistemologico simile a quello delle teorie di campo sui gruppi, possono essere collocati anche altri svariati approcci recenti. Tra questi possiamo menzionare, in particolare: il toy model di Quantum Gravity di Fotini Markopoulou e collaboratori (Konopka, Markopoulou e Severini, 2008; Hamma et al., 2009), in cui la gravità e la geometria emergono da una rete di grafi alla scala di Planck e le connessioni di questi grafi esibiscono un comportamento collettivo emergente alle basse temperature simile a quello di un superfluido; oppure approcci che invocano, riguardo alla storia dell'universo, una fase pre-Big Bang rappresentata da un background atemporale, da blocchi di informazione primordiale, come, per esempio: la teoria dell'universo arcaico di Ignazio Licata e Leonardo Chiatti (Licata e Chiatti, 2010), in cui l'evoluzione dell'universo viene vista come una formazione estesa a partire da uno stato atemporale caratterizzato da un'informazione non-locale molto elevata, in un quadro che descrive l'idea del Big Bang come una "nucleazione" di un substrato pre-spaziale e atemporale dell'ordinaria struttura spazio-temporale che contiene dentro di sé tutte le possibilità di evoluzione implicate dalla relatività generale e dalla fisica quantistica, chiamato vuoto arcaico, in una ipersfera atemporale a 5 dimensioni (chiamata tecnicamente spazio-tempo di de Sitter); oppure il modello di universo atemporale da me sviluppato in lavori recenti, in cui l'arena dei processi è un vuoto quantistico tridimensionale, di natura atemporale e non-locale, composto da elementari grani di energia della scala di Planck e le cui proprietà fisiche più universali sono la densità di energia (le cui variazioni determinano l'apparizione di particelle materiali) e processi di riduzione di stato (di creazione-annichilazione di particelle quantistiche) (Fiscaletti, 2015; Fiscaletti, 2016; Fiscaletti e Sorli, 2016a; Fiscaletti e Sorli, 2016b; Fiscaletti e Sorli, 2016c; Fiscaletti e Sorli, 2018; Fiscaletti, 2018).

4 Conclusioni: la chiave di volta (provvisoria!) per comprendere le cose

Analizzando l'evoluzione del pensiero scientifico e filosofico, ad uno sguardo complessivo, possiamo notare che esiste da sempre una tensione tra un approccio meccanicistico-riduzionista, secondo cui l'universo sarebbe una macchina inerte, governata da esatte leggi matematiche, in cui i vari fenomeni diventano via via più nitidi allorché vengono frazionati in parti e componenti sempre più piccole, e un approccio olistico-sistemico, secondo le cose nell'universo sono tutte correlate l'una con l'altra formando una rete interconnessa e tra i vari livelli della natura esiste una struttura gerarchica a generazione interdipendente (Fiscaletti, 2020). I tentativi al bazar della realtà – esaminati in questo articolo – per aggirare e superare gli ostacoli della fisica attuale, segnatamente la nube cosmologica e la nube gerarchica, ed arrivare ad una teoria del tutto in grado di affrontare la scala di Planck, sembrano suggerirci il fallimento di un approccio meramente riduzionista, o comunque la necessità di integrare il riduzionismo con una visione integrata più ampia la quale tenga conto della necessità – per comprendere nei dettagli più intimi il funzionamento dell'universo fisico – di considerare più scale di grandezza e livelli organizzativi tra i quali esistono precise ipotesi di raccordo. In realtà, il fatto che nella descrizione dei fenomeni nel tentativo di pervenire alle loro cause ultime, e quindi di arrivare ad una teoria del tutto, sia necessario passare allo studio dei comportamenti collettivi, in un quadro in cui le leggi sono viste come conseguenza di un ordine ed un'organizzazione superiori che caratterizzano i sistemi in considerazione (e in cui le leggi che caratterizzano ciascun livello di descrizione non possono essere viste separatamente dagli altri livelli ma esiste una stretta interdipendenza tra i diversi livelli di descrizione dei processi) non è poi nuovo, essendo in parte già stato chiarito nel 1972 dal premio Nobel per la fisica Philip Anderson – riguardo al fenomeno della superconduttività – nel suo fondamentale articolo-manifesto intitolato *More is different*, e poi in successivi lavori di alcuni eminenti fisici della materia condensata, tra cui il premio Nobel Robert Laughlin (Laughlin e Pines, 2000; Laughlin et al., 2000; Laughlin, 2005). Tuttavia se si analizzano gli sviluppi della fisica teorica riguardo ai tentativi proposti per trovare una teoria del tutto volta a descrivere il regime della gravità quantistica, come teoria delle stringhe e teoria dei loop (fino ad arrivare agli approcci più recenti di teorie di campo sui gruppi ed altri modelli alternativi), questi elementi rappresentati da organizzazione collettiva, esistenza di distinti livelli descrittivi a generazione interdipendente, acquisiscono uno statuto ontologico nuovo e denso di prospettive feconde.

Se superconduttività, fenomeni di condensazione bosonica, svariati aspetti del vuoto quantistico previsto dalle teorie dei campi, ci suggeriscono in modo

inequivocabile che, nonostante la ricerca scientifica abbia individuato dei costituenti chiave a più livelli energetici ed organizzativi, come può essere la sequenza “classica” molecole-atomi-nuclei-quarks..., è assolutamente illusorio pensare che esista un livello fondamentale dal quale poter ricavare tutte le strutture superiori applicando l’armamentario matematico a partire soltanto dalle interazioni fondamentali, che l’universalità dei comportamenti collettivi – pur essendo compatibile con i costituenti elementari di un sistema – non è deducibile dalle proprietà di tali costituenti, in qualche maniera anche le teorie fondamentali della fisica che hanno l’obiettivo ambizioso di essere “teorie del tutto riguardo al dominio della gravità quantistica”, come stringhe, loop, teorie di campo sui gruppi (nonché svariati altri approcci alternativi), per come sono costruite, ci insegnano che – per comprendere appieno le cose – occorre invocare l’idea che esistano opportuni livelli strettamente correlati tra cui bisogna assumere precise ipotesi di raccordo. In altre parole, la vera chiave di volta, la vera chiave di lettura unificante di gravità quantistica e teorie del tutto è l’emergenza, in un quadro in cui, proprio come nella superconduttività, l’elemento cruciale è rappresentato dalla rottura spontanea di simmetria, l’idea che sotto determinate condizioni si generano delle proprietà, delle forme di organizzazione collettiva che non sono presenti nelle regole fondamentali, nei costituenti elementari e nel background previsti dalla teoria.

Questo avviene nella teoria delle stringhe, per esempio, quando vogliamo spiegare l’esistenza delle dimensioni addizionali compattificate, quando vogliamo spiegare come emerge il nostro universo a partire dal multiverso previsto dal suo formalismo matematico, ecc... Infatti, se il nostro mondo tridimensionale è la proiezione di stringhe a 11 dimensioni (nelle cinque versioni distinte della teoria) o 10 dimensioni (nella teoria M), questo potrebbe essere causato da processi di organizzazione collettiva a partire dal background delle dimensioni addizionali: si può dire che è in qualche modo la rottura della simmetria associata alla formazione degli atomi che fa sì che noi non possiamo accedere alle dimensioni addizionali e rappresenta quindi la vera chiave interpretativa del principio olografico, del fatto che siamo soltanto un’ombra di un mondo a 10 o 11 dimensioni. D’altra parte, l’esistenza – dimostrata da Maldacena – di uno stretto legame tra teorie supersimmetriche di Yang-Mills in 4 dimensioni e una teoria delle stringhe a 10 dimensioni, evidenziando come questi due diversi livelli siano interdipendenti e che tra di essi ci siano precisi elementi di raccordo, può essere essa stessa letta come una prova rilevante a supporto del principio di organizzazione collettiva come elemento cruciale alla base dell’emergenza del nostro mondo a 4 dimensioni. Inoltre, il problema del multiverso si potrebbe affrontare assumendo che molti di questi universi paralleli siano instabili e decadano nel nostro universo familiare in seguito a processi di rottura spontanea della simmetria di un vuoto quantistico – la “schiuma spazio-temporale” di cui parlava Hawking – in cui

universi-bolla entrano ed escono in continuazione dall'esistenza: in quest'ottica, sarebbe l'organizzazione collettiva associata all'instabilità dei vari universi paralleli a far sì che, in seguito a processi di rottura spontanea di simmetria delle leggi e dei costituenti fondamentali, questi universi saltino fuori dal vuoto per ritornarvi subito dopo. Sarebbero perciò l'emergenza, il principio di organizzazione collettiva e la rottura spontanea di simmetria di leggi e costituenti fondamentali gli elementi cruciali che spiegano il motivo per cui, forse, tra l'infinità degli universi paralleli previsti dalla teoria delle stringhe, il nostro ha qualcosa di speciale che ha consentito l'evoluzione di forme di vita intelligente.

In maniera analoga, nella teoria dei loop, abbiamo visto che lo spazio costituisce uno schiumeggiare, un frastagliarsi fluttuante di quanti elementari che agiscono l'uno sull'altro e tutti insieme agiscono sulle cose e si manifestano in queste relazioni come elementi finiti intrecciati e il tempo non esiste come realtà fondamentale. Questo significa allora che, nella gravità quantistica a loop, per poter spiegare come si origina il mondo ordinario spazio-temporale occorre invocare un principio di organizzazione collettiva delle entità che descrivono il livello della scala di Planck costituito da atomi di spazio, nodi e link. Inoltre, il principio di organizzazione collettiva e la rottura spontanea della simmetria come elementi cruciali che caratterizzano il legame tra il quadro dell'universo previsto dalla teoria dei loop e il mondo macroscopico che sperimentiamo nelle nostre vite acquisisce uno statuto ontologico ancora più preciso prendendo in considerazione la visione, proposta da Rovelli, del "tempo termico", ovvero l'idea che la nozione familiare di tempo emergerebbe a livello termodinamico, quando si dà una descrizione statistica approssimativa di un sistema con un gran numero di gradi di libertà – quando il mondo è descritto in termini dei parametri macroscopici che abbiamo scelto – in altre parole il tempo sarebbe l'espressione della nostra ignoranza, un riflesso della nostra conoscenza incompleta dello stato del mondo (Rovelli, 1993a; Rovelli, 1993b; Rovelli, 2009).

Se comprendiamo come, riguardo al problema di affrontare la gravità quantistica e di aggredire il muro di Planck, la vera chiave di volta unificante è rappresentata dall'emergenza e dal principio di organizzazione collettiva, ne deriva che non è da escludere che in futuro possano venire alla luce inattesi collegamenti tra teoria delle stringhe e gravità quantistica ad anelli. Al netto di un'attenta analisi dell'immagine del mondo che queste due teorie dipingono e del legame di questa immagine con il nostro mondo quotidiano, si deduce che esse non sono poi così distanti, dato che condividono la medesima idea di fondo, vale a dire che lo spazio-tempo ordinario emergerebbe da una struttura pre-spaziale discreta e non-locale in seguito a processi di organizzazione collettiva e di rottura spontanea della simmetria che vige al livello fondamentale.

Infine, la teoria dei campi su gruppi evidenzia in maniera ancora più radicale l'idea che, per comprendere appieno il funzionamento dell'universo alla scala della gravità quantistica, occorre invocare l'esistenza di opportuni livelli strettamente correlati tra cui bisogna assumere precise ipotesi di raccordo, che l'elemento cruciale è rappresentato dalla rottura spontanea di simmetria. Qui il punto cruciale è che, sotto determinate condizioni, lo spaziotempo continuo e la sua descrizione in termini di campi di materia e interazione emergono dalla dinamica collettiva di un gran numero di entità fondamentali non spazio-temporali: l'arena dell'universo sarebbe cioè caratterizzata da diverse fasi e lo spazio-tempo ordinario emergerebbe come organizzazione collettiva del condensato di atomi non spazio-temporali in seguito a una rottura spontanea della simmetria che vige tra i singoli costituenti elementari.

In definitiva, alla luce dell'analisi fatta in questo articolo riguardo alle caratteristiche delle principali teorie correnti per affrontare la gravità quantistica, possiamo dire che la locuzione "teoria che si propone di spiegare un livello di energia specifico e limitato" può ricevere una nuova suggestiva chiave di lettura: la costruzione e le caratteristiche delle teorie del tutto della gravità quantistica di cui disponiamo, segnatamente teoria delle stringhe, teoria dei loop e gli approcci recenti di teoria dei campi su gruppi ci insegnano che la natura mette efficacemente in quarantena quello che prevede la teoria al livello più fondamentale (nel senso che questi non sembrano avere alcun peso effettivo nella descrizione dei fenomeni del livello in considerazione) come conseguenza di un fondamentale principio di organizzazione collettiva determinato da opportuni processi di rottura spontanea di simmetria. D'altra parte, alla luce degli sviluppi della fisica teorica corrente – come sottolinea puntualmente Ignazio Licata nel suo illuminante libro *Piccole variazioni sulla scienza* – possiamo aggiungere quest'altra considerazione: le teorie del tutto più sofisticate a nostra disposizione forniscono (o si propongono di fornire) una sintesi tra modelli microscopici di interazione e cosmologia, una teoria del tutto non può considerarsi completa senza fornire una storia dello spazio-tempo e della materia e perciò deve permettere di individuare una o più relazioni significative tra il micro e il macro, in sempre più profonda e intima connessione (come può essere per esempio un legame tra il bosone di Higgs e la costante cosmologica). Se la strada per raggiungere questi obiettivi sembra ancora lunga, lo sviluppo di approcci alternativi come teoria dei campi su gruppi, la Quantum Gravity, la teoria dell'universo arcaico e del vuoto quantistico tridimensionale atemporale (e forse di svariati altri approcci qui non menzionati) sembra suggerirci che forse la vera chiave di volta del tutto – e quindi dell'equazione di Dio – è il principio di organizzazione collettiva e la rottura spontanea delle simmetrie, in altre parole l'aspetto eraclideo dei sistemi sotto studio, e che la struttura gerarchica a generazione interdipendente dei

vari livelli descrittivi con cui ci si presenta la natura fa svanire in modo inequivocabile la distinzione tra teorie “fondamentali” e teorie “fenomenologiche” (Licata, 2016).

Riferimenti bibliografici

- Al-Khalili, J. *Il mondo secondo la fisica*. Torino: Boringhieri. 2020.
- A. Ashtekar, E. Bianchi. A short review of loop quantum gravity. arXiv:2104.04394v1. 2021.
- S. Carlip et al. Quantum Gravity: A Brief History of Ideas and Some Prospects. *International Journal of Modern Physics D*, 24/11, 1530028. 2015.
- Close, F. *Teorie del tutto*, Torino: Boringhieri. 2018.
- P.A.M. Dirac. The quantum theory of the emission and absorption of radiation. *Proceedings of the Royal Society A*, 114/767, 243-265. 1927.
- F. Dyson. The radiation theories of Tomonaga, Schwinger, and Feynman. *Physical Review*, 75/3, 486-502. 1949.
- A. Einstein. Zur Elektrodynamik bewegter körper. *Annalen der Physik*, 17/10, 891-921. 1905.
- R.P. Feynman. Relativistic cut-off for quantum electrodynamics. *Physical Review*, 74, 1430-1438. 1949.
- Fiscaletti, D. *The timeless approach. Frontier perspectives in 21st century physics*. Singapore: World Scientific. 2015.
- D. Fiscaletti. About dark energy and dark matter in a three-dimensional quantum vacuum model. *Foundations of Physics*, 46/10, 1307-1340. 2016.
- Fiscaletti, D. *Il quadro olografico. Le frontiere non-locali della fisica moderna*. Roma: Di Renzo Editore. 2017.
- D. Fiscaletti. Towards a non-local timeless quantum cosmology for the beyond Standard Model physics. *Bulgarian Journal of Physics*, 45/4, 334-356. 2018.
- Fiscaletti, D. *Le immagini dinamiche. Forma e qualità nella scienza moderna*, Trieste: Asterios Editore. 2020.
- D. Fiscaletti, A. Sorli. About a three-dimensional quantum vacuum as the ultimate origin of gravity, electromagnetic field, dark energy ... and quantum behaviour. *Ukrainian Journal of Physics*, 61/5, 413-431. 2016a.
- D. Fiscaletti, A. Sorli. Dynamic quantum vacuum and relativity. *Annales UMCS Sectio AAA: Physica*, LXXI, 11-52. 2016b.

- D. Fiscaletti, A. Sorli. About electroweak symmetry breaking, electroweak vacuum and dark matter in a new suggested proposal of completion of the Standard Model in terms of energy fluctuations of a timeless three-dimensional quantum vacuum. *Quantum Physics Letters*, 5/3, 55-69. 2016c.
- D. Fiscaletti, A. Sorli. "Quantum relativity: variable energy density of quantum vacuum as the origin of mass, gravity and the quantum behaviour. *Ukrainian Journal of Physics*, 63/7, 623-644. 2018.
- Greene, B. *The Elegant Universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*. New York: Vintage Books. 1999.
- H. Alioscia, F. Markopoulou, S. Lloyd, F. Caravelli, S. Severini, K. Markstrom. A quantum Bose-Hubbard model with evolving graph as toy model for emergent spacetime. <https://arxiv.org/abs/0911.5075>. 2009.
- P. Jordan. Zur quantenmechanik der gasentartung. *Zeitschrift für Physik*, 44/6, 473-480. 1927.
- Kaku, M. *Introduction to Superstrings and M-Theory*. Berlino: Springer. 1999.
- Kaku, M. *Iperspazio. Un viaggio scientifico attraverso gli universi paralleli, le distorsioni del tempo e la decima dimensione*. Cesena: Macro Edizioni. 2017.
- Kaku, M. *L'equazione divina. La ricerca di una teoria del tutto*. Milano: Rizzoli. 2021.
- T. Konopka, F. Markopoulou, S. Severini, Quantum graphity: a model of emergent locality. *Physical Review*, 77, 104029. 2008.
- R. Laughlin, D. Pines. The theory of everything. *PNAS*, 97/1, 28-31. 2000.
- Laughlin, R. *Un universo diverso. Reinventare la fisica da cima a fondo*. Torino: Codice Edizioni. 2005.
- R. Laughlin, D. Pines, J. Schmalian, O. Stojkovic Branko e P. Wolynes. The middle way. *PNAS*, 97/1, 32-37. (2000)
- Licata, I. *Piccole variazioni sulla scienza*. Bari: Edizioni Dedalo. 2016.
- I. Licata, L. Chiatti. The archaic universe: big bang, cosmological term and the quantum origin of time in projective cosmology. *International Journal of Theoretical Physics*, 48/4, 1003-1018. 2009.
- I. Licata, L. Chiatti. Archaic universe and cosmological model: "big-bang" as nucleation by vacuum. *International Journal of Theoretical Physics*, 49/10, 2379-2402. 2010.
- J.M. Maldacena. The Large N limit of superconformal field theories and supergravity. *Advances in Theoretical and Mathematical Physics*, 2/4, 231–252. 1998.

- D. Oriti (ed.). *Approaches to Quantum Gravity*. Cambridge, UK: Cambridge University Press. 2009.
- D. Oriti. The universe as a quantum gravity condensate. *Comptes Rendus Physique* 18, 235-245. 2017.
- D. Oriti. L'universo emergente della gravità quantistica. *Ithaca: Viaggio nella Scienza*, MCXIV, 2067. 2018a.
- D. Oriti. "Spacetime as a quantum many-body system". In Giuseppe Angilella e Claudio Amovilli (eds.), *Many-body approaches at different scales*, New York: Springer. 2018b.
- D. Oriti. "Levels of spacetime emergence in quantum gravity". In Nick Huggett, Baptiste Le Bihan, Christian Whutrich (eds), *Philosophy beyond spacetime*, Oxford: Oxford University Press. 2019.
- C. Rovelli. Statistical mechanics of gravity and thermodynamical origin of time. *Classical and Quantum Gravity*, 10/8, 1549-1566. 1993a.
- C. Rovelli. The statistical state of the universe. *Classical and Quantum Gravity*, 10/8, 1567-1578. 1993b.
- C. Rovelli. Loop Quantum Gravity. *Living Reviews in Relativity*, <http://relativity.livingreviews.org/Articles/lrr-1998-1/>. 1997.
- C. Rovelli. "Quantum spacetime". In Craig Callender e Nick Huggett (eds.), *Physics meets philosophy at the Planck scale*, Cambridge: Cambridge University Press. 2001.
- C. Rovelli. Loop quantum gravity. *Physics World*, 7, 1-5. 2003.
- Rovelli, C. *Quantum gravity* Cambridge: Cambridge University Press. 2004.
- C. Rovelli. Forget time. arXiv:0903.3832v3 [gr-qc]. 2009.
- C. Rovelli. A new look at loop quantum gravity. arXiv:1004.1780v1 [gr-qc]. 2010.
- Rovelli, C. *La realtà non è come ci appare*. Milano: Raffaello Cortina Editore. 2014.
- J. Schwinger. On Quantum-Electrodynamics and the Magnetic Moment of the Electron. *Physical Review*, 73, 416–417. 1948.
- S.I. Tomonaga. On a Relativistically Invariant Formulation of the Quantum Theory of Wave Fields. *Progress of Theoretical Physics*, 1/2, 27-42. 1946.
- E. Witten. String theory dynamics in various dimensions. *Nuclear Physics B*, 443/1, 85–126. 1995.

D. Fiscaletti

Woit, P. *Neanche sbagliata. Il fallimento della teoria delle stringhe e la corsa all'unificazione delle leggi della fisica*. Torino: Codice Edizioni. 2007.

C.N. Yang, R. Mills. Conservation of Isotopic Spin and Isotopic Gauge Invariance. *Physical Review*, 96, 191-196. 1954.

Network effect and economic development: Towards a link-value theory (Effetto rete e sviluppo economico: per una teoria del valore legame)

Luigi Gentili*

Abstract

The article presents sociological considerations in regards to the advent of globalism. With the implosion of capitalism and the acceleration of globalization, the concept of globalism is in need of new interpretations. Some sociologists indeed would see it solely as the ideology of globalization. In the article, globalism is regarded as a social system not only with ideological characteristics but also economic ones. This radically changes the very logic of capitalism, which is focused on linear and monocentric production. Through the theory of link-value the article illustrates the process by which economic development takes place. It is shown that as well as the assets identified by the main economic schools, development is based on factors such as infrastructure investments, technologies, and networking. Today, with globalism, it is economic ties that create wealth and they are more important than the production process itself. Such transformation is highlighted through the growth of the financial and commercial dimensions, as well as the change in industrial activities. The article deals with the fundamental importance of the global value chain in nowadays, as well as the reshoring and the nearshoring. After illustrating the evolution of territorial networks, several case histories are presented: from the new economic centres of globalism to the decline of industrial districts. Finally, the article examines new generations models of innovation and culture districts.

Keywords: Economic development; Globalism; Production processes; Global value chain; Territorial networks; Open innovation.[†]

* Istituto Pantheon. Design & Technology (Rome, Italy); CEIMA. Centro Studi per l'Innovazione Manageriale (Rome, Italy); luigi.gentili@ceima.eu.

[†] Received: 2021-10-16; Accepted: 2021-12-28; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.682. ISSN 2282-7757; eISSN 2282-7765. ©The Authors. This paper is published under the CC-BY licence agreement.

Sunto

L'articolo espone alcune considerazioni sociologiche relative all'avvento del globalismo. Con l'implosione del capitalismo e l'accelerazione della globalizzazione, il concetto di globalismo necessita di nuove interpretazioni. Alcuni sociologi infatti lo considerano solamente come l'ideologia della globalizzazione. Nell'articolo, il globalismo è considerato come un sistema sociale con caratteristiche non solo ideologiche ma anche economiche. Questo cambia radicalmente la logica stessa del capitalismo, che è incentrato sulla produzione lineare e monocentrica. Attraverso la teoria del valore-legame l'articolo illustra il processo attraverso il quale si crea lo sviluppo economico. Viene dimostrato che oltre ai fattori proposti dalle principali scuole economiche, quali le infrastrutture pubbliche e la tecnologia, lo sviluppo dipende anche dal networking. Oggi, con il globalismo, sono i legami economici che creano ricchezza e questi ultimi diventano più importanti del processo produttivo in sé. Tale trasformazione è evidenziata dalla crescita delle dimensioni finanziarie e commerciali dell'economia, nonché dal mutamento delle attività industriali. Nell'articolo viene trattata l'importanza che attualmente rivestono le catene globali del valore, ma anche i nuovi fenomeni del reshoring e del nearshoring. Dopo aver illustrato l'evoluzione delle forme di networking territoriale, vengono presentati diversi casi-studio: dai nuovi poli produttivi globalizzati al declino dei distretti industriali. Nella parte finale dell'articolo vengono illustrati modelli distrettuali di nuova generazione come quelli dell'innovazione e della cultura.

Parole Chiave: Sviluppo economico; Globalismo; Processi produttivi; Catena globale del valore; Reti territoriali; Innovazione aperta.

La globalizzazione sta mutando radicalmente la struttura economica del capitalismo. La crisi pandemica, legata al Covid-19, non fa che accelerarne il decorso, nonostante cambino alcuni rapporti di scala tra le economie nazionali. L'interdipendenza tra le diverse realtà economiche è sempre più marcata, e con essa la nascita di nuove modalità per creare lo sviluppo. La globalizzazione, contrariamente a molte interpretazioni correnti (King, 2017), non si ferma: essa si radicalizza. I sistemi di riproduzione del valore sono diversi rispetto al passato, e la ricchezza si crea attraverso una ristrutturazione complessiva dei rapporti finanziari, produttivi e commerciali tra soggetti economici attivi al livello planetario. Si afferma il globalismo, che non è solo un sistema ideologico, come credeva Ulrich Beck (1999), ma anche una pratica economica. Per il sociologo tedesco il globalismo è la dimensione ideologica del processo di globalizzazione: esso rappresenta la dittatura del mercato globale. Tale visione rischia però di essere riduttiva, basandosi sulla demistificazione di un'espansione economica sproporzionata. Il globalismo per Beck è la metafisica della globalizzazione. Più recentemente, un errore simile viene postulato anche dal politologo Ian Bremmer (2018), secondo il quale il globalismo è l'ideologia delle élite nate con l'interdipendenza universale e gli scambi internazionali.

Ritenere il globalismo esclusivamente un'ideologia presenta diversi limiti. Se si tratta solo di un'ideologia, a quale sistema economico occorre fare riferimento? Al capitalismo

tout court? Come dire: il globalismo rappresenta l'ideologia del capitalismo di ieri quando subentra la globalizzazione?

Il globalismo è senza dubbio un'ideologia, ma è anche qualcosa che va oltre la dimensione puramente sovrastrutturale. Il globalismo è un sistema sociale all'interno del sistema attuale: esso è composto, nello stesso tempo, da una sovrastruttura ideologica e da una struttura economica. Ogni ideologia, infatti, per essere tale, deve rimandare ad una specifica organizzazione delle risorse. Come dire: sovrastruttura e struttura sono parti di un tutto. Se oggi il globalismo rappresenta un sistema ideologico totalmente diverso rispetto al passato, ciò significa che deve esistere anche una struttura economica che ha tratti distintivi ed inediti. Il globalismo, inteso in questo senso, diviene l'erede del capitalismo tradizionale quando l'economia è globale.

Il globalismo è in fase di affermazione. È arduo sostenere se la sua fisionomia seguirà un orientamento positivo o negativo, molto dipenderà dalle politiche governative e dagli obiettivi che le istituzioni economiche adotteranno al livello internazionale. È chiaro tuttavia che la crisi

pandemica ha accelerato il processo di ristrutturazione economica globale, enfatizzando l'importanza delle interdipendenze globali. La pandemia è nata e si è diffusa ovunque grazie all'interdipendenza economica planetaria. La stessa crisi sanitaria, che ha anticipato quella economica - fino a legarsi ad essa - si è propagata a dismisura attraverso le molteplici reti di interdipendenza strutturale che caratterizzano il globalismo.

Esistono dei sintomi, delle tendenze in corso, che mettono in luce alcuni tratti particolari del globalismo. Sul versante della crescita, queste possono essere sintetizzabili nelle seguenti linee di tendenza:

- il sistema economico cessa di essere lineare, ovvero fondato su semplici relazioni di input-output tra capitale e apparato produttivo: esso diventa ubiquo, polidirezionale e interdipendente;

- la ricchezza viene creata attraverso transazioni economiche di unità organizzative appartenenti ad imprese diverse ma tra loro integrate, e non da processi diretti di trasformazione produttiva o di erogazione di servizi interni a singole imprese;

- lo sviluppo economico non ha più origine dalle attività di esercitate da imprese autonome sul mercato, quanto piuttosto da reti inter-organizzative simbiotiche e interfunzionali;

- i legami tra i soggetti economici generano ricchezza, diventano più importanti del processo produttivo in quanto tale.

Il globalismo si configura come una realtà priva di confini. Ciò avviene nonostante una crisi pandemica che ridisegna le aggregazioni economiche al livello territoriale, creando nuovi livelli di aggregazione. Basti pensare alla nuova ondata dei rimpatri produttivi che si creano in Europa, nel Nord America o in Asia (Centro Studi Confindustria, 2020). Le interdipendenze diventano scalari, con legami economici tra strati di aggregazione di varia grandezza. Ciò è tipico dei fenomeni complessi: quando essi evolvono, infatti, vengono moltiplicati i livelli di coesione interna che determinano una struttura sovraordinata.

In seguito alla circolazione di un'enorme quantità di risorse economiche, viene a configurarsi una rete di scambi globali che interessano imprese e aree produttive al livello sistemico. Questi rafforzano i rapporti tra soggetti economici diversi, sia persone che organizzazioni, sempre più condizionati da scelte congiunte. Ogni singola azione o decisione, in un'economia globale, produce delle conseguenze di varia entità che si susseguono fino a raggiungere un risultato di grande rilevanza. La crisi sanitaria dovuta alla pandemia, ad esempio, diventata economica: essa è frutto di interdipendenze multiple e diramate in ogni direzione, senza confini prestabiliti. Il fenomeno è una conferma dell'effetto farfalla" (Lorenz, 1972): episodi locali vengono condizionati da eventi molto distanti e viceversa. Il battito d'ali di una farfalla può generare un tornado dall'altra parte del pianeta! La crisi epidemica nasce in una località circoscritta della Cina ma si diffonde velocemente su tutto il pianeta, con conseguenze estese sul piano internazionale. L'effetto farfalla, però, oggi è più complesso rispetto al passato in quanto coinvolge contemporaneamente settori della società diversi, come nel caso della sanità e dell'economia durante la crisi pandemica.

Lo sviluppo delle città metropolitane testimonia l'importanza che rivestono le interdipendenze economiche al livello globale. La loro espansione è straordinaria. Secondo i dati raccolti dal McKinsey Global Institute (2011), nei paesi più progrediti queste arrivano a generare fino all'80% del PIL nazionale. Negli Stati Uniti il 79% del PIL nazionale è creato nelle città metropolitane. Nei Paesi in via di sviluppo tale cifra oscilla tra il 40% e il 60%. In Cina le città incidono per il 60% al PIL nazionale e per l'85% al tasso di crescita del PIL del paese. Nelle stime elaborate da PricewaterhouseCoopers (2013), oltre a città cinesi come Shanghai, Pechino e Canton, alti tassi di crescita si riscontrano ad esempio per la città di San Paolo in Brasile e per Mumbai e Nuova Delhi in India. Si tratta di tassi di crescita pari ad alcune città statunitensi come San Jose in California, Houston o Midland in Texas.

In Cina un ruolo fondamentale ha rivestito anche nelle ZES, ovvero le Zone Economiche Speciali. Si tratta di veri e propri hub locali legati ad un flusso globale di scambi economici, che hanno consentito ad alcune città uno sviluppo rapido e consistente. Le ZES sono state create nel 1980 dal leader del Partito Comunista cinese Deng Xiaoping, interessando inizialmente cinque città sperimentali quali Shenzhen, Zhuhai e Shantou, situate nella provincia del Guangdong, Hiamen nella provincia del Fujian e l'intera provincia di Hainan. Dopo vent'anni il successo è stato plateale: Shenzhen, ad esempio, ha subito un aumento del 47,8% degli abitanti e una crescita annuale del 10%. Le ZES sperimentali sono state poi allargate ad altre aree metropolitane della Cina, tra cui Chongqing, Chengdu, Tientsin, Wuhan e Xi'an, consentendo lo sviluppo di molte città industriali e commerciali (Kotle, 2015).

Le città metropolitane diventano i luoghi di interazione tra globale e locale, i centri di snodo per commerci, finanza, attività bancarie, innovazioni e sbocchi economici. A pensarla così è Saskia Sassen (2000; 2008): utilizzando il termine di città globali, la sociologa evidenzia come gli scambi di mercato e i flussi transazionali creano localizzazioni multiple. Le grandi città sono connesse entro un circuito reticolare, con una

reciproca specializzazione. Ad esempio, fino a pochi anni fa, Tokyo era la maggiore esportatrice di moneta, New York il centro principale per la produzione di nuovi strumenti finanziari e Londra il polo di riferimento per la raccolta di flussi di capitali provenienti dai mercati finanziari.

La città-regione è un'estensione della città globale (Scott, 2001): qui lo sviluppo è concepito come un insieme di addensamenti multipli, con l'esistenza di una molteplicità di sistemi locali e reti territoriali. Le città appaiono come centri specializzati per la creazione di servizi intermedi, utilizzati nel circuito economico regionale. Ciò è dimostrato negli studi sulle città europee, contraddistinte da una struttura insediativa in cui predomina una rete di piccoli e di medi centri urbani. Un programma di ricerche sulla città-regione globale, nel Nord Italia, evidenzia tale processo (Perulli, 2012). Il tessuto del Nord è di tipo policentrico, con la presenza di distretti manifatturieri, poli urbani di produzione di servizi e sistemi di produzione di cultura e conoscenza. Tra le città e i territori del Nord – grazie anche al ruolo di integrazione svolto dai cluster e dai distretti produttivi – esistono alti livelli di inter-funzionalità tipici delle città-regione globali. Mentre Milano si caratterizza come fornitore di servizi alle imprese e di servizi collegati all'industria culturale e creativa, Verona presenta una maggiore focalizzazione nella logistica e nella finanza (in secondo piano rispetto a Milano). Trento e Torino sono specializzate nella ricerca e sviluppo, Padova nei servizi alle imprese, Vicenza nelle attività di amministrazione di impresa e Bologna nell'industria creativa. Nelle città del Nord sono attivi anche importanti network professionali “creativi”, in città come Parma e Modena, con l'affermazione di iniziative culturali, festival e concerti.

È un mondo interdipendente, localizzato ma transnazionale, legato a una trama di network. Basti pensare a Milano, con il suo ruolo di snodo globale, connessa alle città nordamericane, alla diade New York e Londra e all'Asia Sudorientale. Appare lontana la visione tradizionale del capitalismo, tipica degli anni cinquanta e sessanta, con la grande industria concentrata a Milano e Torino e, nel ventennio successivo, la “Terza Italia” (Bagnasco, 1977), con una crescita basata sulla piccola impresa e i primi distretti industriali. A partire dagli anni Novanta il tessuto economico del Nord cambia radicalmente, presentando anche delle difficoltà di adattamento, ma segnando comunque il passaggio dalla logica di assemblaggio tra realtà distinte a quella dell'integrazione sistemica.

Al livello globale oggi si rafforzano le dipendenze interfunzionali, quale effetto rete, rendendo l'economia causa e conseguenza delle medesime circostanze. Alla base di quello che Parag Khanna (2016) chiama “ecosistema ipercomplesso” vi è anche una matrice infrastrutturale in continua espansione. È la rivoluzione della connettività globale, in tutte le sue forme: dai trasporti all'energia e alle comunicazioni. Tra le conseguenze più evidenti di tale processo appaiono l'intensificazione delle connessioni, l'espansione e l'estensione di vincoli e relazioni, l'intensificazione e l'accelerazione di transizioni e di flussi.

I legami economici acquistano un peso esponenziale nel processo di creazione del valore. La ricchezza viene generata per mezzo dello scambio di risorse – tangibili e

intangibili - tra una molteplicità di attori interdipendenti e integrati. Questo grazie all'estensione di micro e macro relazioni organizzative. In particolare, si evidenziano tre fenomeni specifici, con un impatto dirompente sul mondo dell'economia: la dinamica della finanza, delle reti di produzione e del commercio globalizzati.

Sul lato della finanza, sono i movimenti di capitale e la compravendita di strumenti finanziari a sostenere l'espansione globale dei rapporti di scambio. È un processo che si autoalimenta: il denaro genera denaro, senza la mediazione di merci o servizi. Ogni giorno oltre mille miliardi di dollari cambiano mano nelle borse mondiali, senza interagire con il mondo del lavoro. Si ottengono enormi ricchezze solo spostando, direttamente o indirettamente, il denaro, all'interno di un circuito globale di interrelazioni. L'estensione di transazioni finanziarie prodotte dall'attività bancaria, dall'emissione di titoli e dal commercio azionario è senza precedenti. Gli agenti finanziari sostituiscono i precedenti capitani d'industria, ovvero i capitalisti classici che investono in un processo produttivo per creare valore. Il capitale si moltiplica solo scambiando moneta, con un processo di crescita per partenogenesi.

Se la finanza estende la propria supremazia, anche l'economia reale subisce una metamorfosi che ne ristrutturata il funzionamento. Le imprese imbastiscono le trame di una nuova e complessa divisione internazionale del lavoro. Circa l'80 per cento dei flussi produttivi globali avviene attraverso connessioni tra aziende diverse. L'organizzazione del lavoro subisce una doppia trasformazione (Greco, 2011): 1) una frammentazione da parte delle imprese del processo produttivo e la scelta di riorganizzazione su scala planetaria, 2) una specializzazione di diversi paesi e regioni in compiti e funzioni della produzione stessa. Tutto ciò riconduce a due fenomeni: l'emergere delle catene globali del valore e le delocalizzazioni.

Le aziende manifatturiere ed industriali si ramificano e si deverticalizzano. Ogni bene prodotto è composto dall'assemblamento di diverse componenti, giunte da più paesi. Emergono le *global commodity chains*, ossia le filiere produttive globali. A partire dagli anni '90 queste mostrano un graduale aumento del coinvolgimento di Paesi diversi. Considerando la nuova divisione internazionale del lavoro, si assiste alla frantumazione produttiva della catena classica del valore. Oggi per realizzare un'automobile negli USA entrano in gioco, ad esempio, almeno 9 paesi che contribuiscono a specifiche fasi della produzione, del marketing e delle vendite. Mediamente, il 30% del valore aggiunto di un'automobile della General Motors è realizzato in Corea per l'assemblaggio, il 17,5% in Giappone per le parti tecnologiche più avanzate, il 7,5% in Germania per il design, il 4% a Singapore e Taiwan per le componenti ausiliarie, il 2,5% nel Regno Unito per le azioni di marketing, l'1,5% alle Barbados per le attività informatiche (WTO, 1998). Per produrre un'automobile "statunitense", solo il 37% del valore aggiunto viene realizzato negli USA.

La delocalizzazione invece è resa possibile per mezzo di investimenti diretti all'estero e accordi di subfornitura. Attraverso l'*outsourcing* diverse fasi produttive di una filiera sono frazionate e spostate all'estero. È bene rilevare, però, che con la recente crisi pandemica sia le reti globali del valore che l'*outsourcing* stanno mutando, pur mantenendo la loro rilevanza economica. Per via dei ritardi generati dallo spostamento di

prodotti e servizi, nonché l'eccessiva dipendenza da alcune economie specifiche, le reti globali del valore si accorciano, riposizionandosi al livello territoriale. Questo significa che si rafforzano le reti transfrontaliere, tra stati limitrofi, come avviene ad esempio tra nord Italia e sud della Germania. Tale fenomeno prende il nome di *nearshoring*. Parallelamente, per assicurarsi l'approvvigionamento di risorse strategiche, essenziali alle imprese durante una crisi globale, si assiste ad una attività di *reshoring*: molte aziende, precedentemente delocalizzate, rientrano all'interno della nazione di provenienza (Gentili, 2021). Si tratta di decisioni prese al livello governativo, ma anche da filiere produttive autonome. In un recente studio della Banca d'America, l'80% delle imprese transazionali ha già steso dei programmi delle produzioni delocalizzate (Mashyekh, 2020).

Il ruolo delle interdipendenze economiche è palese anche nell'area commerciale. L'esempio più evidente è dato dalla grande distribuzione. Per mezzo delle *buyer-driven chains* le aziende si attivano per acquistare le merci vendute da diversi fornitori sparsi in ogni angolo del pianeta. Si affermano le reti commerciali globali, dove le marche svolgono un ruolo centrale: questo grazie anche all'intermediazione garantita da una rete di traffici planetaria. Nel settore del commercio si espandono altresì gli scambi interaziendali tra unità e divisioni di diverse multinazionali.

Come evidenziato da questi cambiamenti, nel globalismo la ricchezza viene creata in modo diverso rispetto al passato. Ciò che conta sono i legami economici esistenti tra soggetti diversi e interdipendenti. Dove prima esisteva un investimento in denaro nel processo produttivo - tipico dell'impresa capitalistica tradizionale, autonoma e centralizzata -, subentra il guadagno realizzato per mezzo di rapporti economici diffusi ed aperti, tra imprese e territori diversi ma legati da interconnessioni funzionali (Gentili, 2018). Da qui la teoria del valore-legame, che va oltre la tradizionale formula marxiana del capitalismo classico.

Secondo il modello marxiano, nel sistema capitalistico tradizionale gli imprenditori investono denaro nella produzione fisica di merci. Ciò per ottenere un plusvalore, ovvero maggior capitale rispetto a quello investito inizialmente nel processo produttivo. La formula $D-M-D'$ rappresenta il modo di descrivere l'accumulazione di denaro: per mezzo di un capitale iniziale D si investe nella produzione di merci M per aumentare il capitale anticipato, che diviene D' . Il valore corrisponde così all'accrescimento del capitale per mezzo della merce (Marx, 1956). Nel globalismo, invece, la formula di riferimento diventa $D-L-D'$: si accresce il denaro investendo nei legami economici - chiamati L nella formula -. Il valore si genera attraverso il capitale immesso in un network. È il network, non il sistema produttivo in sé, che genera valore. Quest'ultimo diventa solo un mezzo ausiliare nel processo produttivo. Le transazioni economiche, realizzate entro una rete inter-organizzativa, diventano più remunerative del processo produttivo in sé.

Applicando la teoria del valore-legame alla dinamica economica, l'approccio utilizzato verso lo sviluppo economico muta profondamente. Come è noto, per quanto concerne la teoria economica, sono due i macro-approcci dominanti che cercano di individuare il fattore principale alla base dello sviluppo. I due macro-approcci sono

rappresentati dai nuovi keynesiani e i nuovi classici. Si tratta di due macro-linee interpretative riconducibili a John Maynard Keynes e di Friedrich von Hayek, con le numerose differenziazioni e sovrapposizioni dottrinali che oggi li caratterizzano. Sono due macro-correnti di pensiero che si articolano in diversi filoni di ricerca, anche molto differenti tra loro, ma con elementi comuni. Per i nuovi keynesiani il fattore determinante, per creare lo sviluppo economico, sono le infrastrutture pubbliche (ad esempio ponti, strade, ferrovie, reti energetiche, edilizia residenziale), mentre per i nuovi classici è il progresso tecnologico, nei suoi aspetti *hard*, per esempio i macchinari e *soft*, come la conoscenza. Lo sviluppo economico, per le correnti di pensiero dominanti, è generato in tal modo da un fattore predominante. Si utilizza pertanto una logica univoca: la spinta che genera lo sviluppo parte da un fattore per spingere tutti gli altri in una data direzione. Questo modo di concepire lo sviluppo economico diventa riduttivo con il globalismo.

In un'economia interconnessa e interdipendente, al livello globale, per creare sviluppo occorre agire in modo integrato su più fattori contemporaneamente. Lo sviluppo chiama in causa simultaneamente i fattori indicati nelle due scuole di pensiero dominanti. In aggiunta, però, occorre considerare anche un fattore aggiuntivo che acquista un'importanza crescente: il *networking*.

Dato che il globalismo si caratterizza per l'ampliarsi delle interrelazioni tra soggetti economici diversi, attivi in uno scenario economico transnazionale, per parlare di sviluppo occorre chiamare in causa i legami che favoriscono la sinergia. I legami di interdipendenza, che esistono tra più soggetti economici al livello globale, si pongono come asse fondamentale per innescare azioni di sviluppo economico. Senza la rete, l'economia cessa di produrre ricchezza. Il valore si crea attraverso le reti economiche, dove transitano capitali, merci, informazioni e persone. Si tratta di network dinamici e in costante evoluzione, con diverse scale e ordini di grandezza.

Volendo introdurre una formula, è possibile designare il saggio di sviluppo economico come segue:

$$S = I \cdot T \cdot N$$

dove S sta per saggio di sviluppo, I per infrastrutture pubbliche, T per tecnologia e N per *networking*. Per stimolare un processo di sviluppo economico sono necessari, contemporaneamente, gli investimenti nelle infrastrutture pubbliche, il progresso tecnologico e il *networking*, ovvero la capacità di fare rete. L'elemento nuovo è l'interconnessione sistemica tra tutti gli attori presenti sulla scena economica.

La formula esposta indica il modello di base necessario per innescare un processo di sviluppo economico. È una formula standard, a cui occorre aggiungere un ulteriore elemento: il contesto territoriale di appartenenza. Per creare un vantaggio competitivo di lungo periodo, capace di riprodursi nel tempo, occorre che il *networking* sia correlato al *genius loci*. Con quest'ultimo termine viene indicato il potenziamento delle peculiarità culturali e sociali tipiche di un determinato territorio. Il *genius loci* consente di creare originalità nell'offerta dei propri prodotti e servizi, creando una condizione di

apprezzamento e distinzione che sono alla base per competere in modo significativo e duraturo. La formula esposta in precedenza diventa allora:

$$S = I \cdot T \cdot N \cdot GL$$

dove GL sta per *genius loci*.

Il vantaggio competitivo oggi, si fonda sulla creazione di network globali ma localizzati. Si tratta di reti transnazionali insediate territorialmente, capaci di valorizzare le risorse locali – fisiche e culturali - specifiche di un luogo. Questo permette di differenziare lo stesso network, all'interno dei rapporti globali di interdipendenza. Di qui l'importanza assunta dai contesti metropolitani e regionali internazionali, con i loro nodi di scambio interni, spesso sub-territoriali. È il network localizzato che determina un posizionamento strategico per le realtà economiche globali. Più ci si contraddistingue, più si è in grado di estendere le opportunità di sviluppo su scala planetaria. Le scelte di politica economica, a differenza del passato, dovranno orientarsi sempre più verso il sostegno di network locali interconnessi al livello globale.

Sul versante della politica economia, la formula esposta è utile anche per garantire la sostenibilità degli interventi intrapresi. Lo sviluppo economico, a differenza del passato, con il globalismo segue la legge della polarità. Si tratta di una legge tipica delle realtà ad alta complessità. Sebbene si crei ricchezza, le distanze tra chi ha di più e chi ha di meno tendono ad allargarsi in modo esponenziale. Si accentuano pertanto le disuguaglianze. Se la ricchezza dipende dalla dotazione di "capitale di rete", ovvero dal posizionamento in un network globale localizzato, è importante considerare le disuguaglianze nate tra imprese e tra territori. Le disuguaglianze economiche, nel lungo periodo, finiscono per incidere negativamente sulla domanda e sull'offerta di risorse da investire. Il carattere polarizzante dello sviluppo odierno, accentuando le distanze tra economie in rete ed economie marginali, ha un impatto negativo sugli investimenti, che indirizzandosi su realtà economiche d'avanguardia, lasciano fuori interi comparti produttivi e aree territoriali. Sarà sempre più importante, pertanto, dirigere la politica economica su attività di sviluppo inclusivo, incentivando la coesione d'impresa e territoriale.

Le testimonianze sul successo delle reti territoriali avanzate sono diverse. Con il globalismo trionfano le aree-sistema locali: la Silicon Valley per le produzioni altamente tecnologiche, Oxford per la biotecnologia, Wall Street per i servizi finanziari, Colonia per i media, Los Angeles per la produzione cinematografica o il Baden-Wuttemberg per la meccanica utensile, tessile e forniture nel settore automobilistico. Si tratta di aree che presentano una marcata vocazione produttiva: sono recettive agli scambi internazionali, hanno istituzioni che sostengono il lavoro di rete e gli investimenti basati su progetti di cooperazione economica.

L'effetto rete, con le sue implicazioni per lo sviluppo economico legato a sistemi localizzati, diventa oggetto di studio scientifico negli anni novanta. È in questo periodo che alcuni economisti iniziano ad interessarsi dei nodi territoriali di interdipendenza. Paul Krugman (1995), ad esempio, si focalizza sulla rilevanza dell'economia di

agglomerazione per la competitività delle imprese mentre Michael Porter (1990; 1998), in un'ottica differente, esamina le prestazioni dei cluster ad alta specializzazione.

Krugman evidenzia come l'insediamento di molte imprese, in un territorio circoscritto, consente di usufruire di un serbatoio di forza lavoro specializzata e una rete di fornitori ad hoc. I fattori esaminati sono tre: i rendimenti economici, i costi di trasporto e i movimenti migratori. Nel complesso, gli effetti positivi generati dalla concentrazione territoriale tendono ad autoalimentarsi: più elevata è la numerosità di imprese insediate in un'area specifica, più conveniente è per le stesse localizzarsi in quell'area. Tutto ciò favorisce la specializzazione produttiva e delle competenze al livello territoriale.

L'attenzione per i cluster di Porter esprime un ulteriore ambito di indagine economica per i network locali. L'insediamento di un cluster può essere una regione, un'area metropolitana o un ambito territoriale più circoscritto. Secondo Porter l'affermazione di un cluster dipende dall'esistenza di due condizioni fondamentali: la competizione e la cooperazione. In un cluster possono coesistere, infatti, sia aziende tra loro concorrenti - attive nello stesso mercato di sbocco -, sia aziende complementari, operanti in settori correlati - a monte e a valle del processo produttivo -. Sono la prossimità geografica e le negoziazioni tra gli attori economici a favorire la fiducia e la cooperazione generali. Ciò permette di creare le condizioni favorevoli per un alto livello di competitività.

I contributi di Krugman e Porter rappresentano una prima testimonianza al livello scientifico dell'importanza delle reti economiche nella creazione dello sviluppo economico. Nei loro studi emerge quel cambiamento strutturale che caratterizzerà l'evoluzione odierna. Si tratta principalmente di studi economici, in cui manca però l'elemento sociologico, ovvero la rete di interdipendenze sociali e culturali alla base del cambiamento nei modi di produzione. È per tale ragione che occorre integrare il loro lavoro con un'analisi di tipo sociologico. Tornano utili, pertanto, gli studi di Anna Lee Saxenian e Max Granovetter. Le loro ricerche sono un'ulteriore conferma, al livello scientifico, dell'importanza dell'effetto rete quale motore dello sviluppo economico. Rappresentano altresì una testimonianza accademica di come cambiano anche i rapporti sociali di produzione al livello sociologico.

Anna Lee Saxenian (2002) si focalizza sull'analisi sociologica di due aree economiche degli Stati Uniti: la Silicon Valley, situata a Santa Clara Valley in California e la Route 118, nell'area di Boston. La Route 118 si contraddistingue per l'esistenza di un numero ridotto di aziende indipendenti e integrate verticalmente. La Silicon Valley, invece, mostra un modello di insediamento produttivo di tipo decentrato, con all'interno una rete diffusa di aziende e istituzioni interdipendenti. Innovazione, competizione e cooperazione sono tra loro collegati, in un contesto che dà valore a rapporti sociali di tipo orizzontale e basati su legami deboli.

Approfondendo lo studio sociologico della Silicon Valley, Mark Granovetter (2000) conferma ulteriormente l'importanza dei fattori culturali e sociali nei network territoriali. L'autore individua, nell'area industriale, la presenza di diversi tipi di rete. La prima riguarda il mercato e le opportunità di lavoro, favorendo la competizione per il reperimento di talenti e la nascita di comunità professionali. La seconda rete concerne

invece i rapporti tra imprese, società di servizi e di *venture capital*, capaci di creare un forte intreccio tra ruoli diversi di influenza. La terza rete, infine, si riferisce alle relazioni tra imprese e diversi attori locali di tipo professionale, come ingegneri o ricercatori e di tipo organizzativo, come le università, promuovendo la diffusione di *know how* e innovazione.

È chiaro che la Silicon Valley studiata da Saxenian e da Granovetter è diversa da Manchester ai tempi di Engels o da Detroit ai tempi di Taylor. Come pure è diversa dalla Route 118. L'effetto rete rimodella la logica produttiva del capitalismo tradizionale. La Silicon Valley è l'evidenza più clamorosa di un sistema produttivo ormai giunto al traguardo. Essa costituisce un ulteriore caso studio dove è applicabile la formula D-L-D' al livello locale. Può rappresentare anche un termine di paragone per osservare delle realtà simili, come quelle legate ai distretti industriali italiani, sia nel loro assetto iniziate che in quello di nuova generazione.

I distretti industriali costituiscono una forma particolare di rete tra imprese, a carattere locale, caratteristici del nostro Paese ma presenti anche in altre aree dell'Europa e dell'Asia. Essi hanno sorretto lo sviluppo economico dal dopoguerra fino agli anni ottanta. In quell'epoca erano qualcosa di inconsueto tra i sistemi economici conosciuti. È per questo che il sociologo Arnaldo Bagnasco (1977) ha utilizzato il termine "Terza Italia": per descrivere i distretti industriali come un modello alternativo ai due prevalenti nell'Italia del dopoguerra: ovvero a quello di stampo fordista, localizzato nel triangolo industriale Milano-Torino-Genova e a quello del mancato sviluppo, tipico del Sud.

Dal punto di vista inter-organizzativo, i distretti industriali si contraddistinguono per una marcata divisione del lavoro tra piccole e medie imprese, attive nello stesso settore economico. Le aziende sono specializzate in una o poche fasi del processo produttivo, collocandosi a monte o a valle della stessa filiera. È il modello dell'economia marshalliana, che si pone in alternativa alla crescita di tipo dimensionale delle grandi imprese. Alfred Marshall (1972), fin dal 1890, osservando le aree industriali tessili di Lancashire e Sheffield in Inghilterra, mette a confronto le economie esterne con quelle interne: le prime fondate sulla diffusione territoriale di piccole imprese, le seconde focalizzate sulla crescita verticale di grandi aziende. In un distretto industriale, che adotta i principi delle economie esterne, sono presenti diversi vantaggi per le imprese: la specializzazione produttiva, la scomposizione dei processi di lavoro, la dote infrastrutturale, una manodopera qualificata e la presenza di una atmosfera industriale.

Nonostante la presenza di molti fattori positivi, a partire dagli anni novanta nei distretti industriali iniziano ad emergere i segni di debolezza. Ciò rende difficile il loro adattamento nell'economia globale. Le cause sono molteplici. Esistono innanzitutto i limiti tipici delle micro e piccole imprese, incapaci di evolversi in modelli dimensionali diversificati. Ci si trova in presenza, quindi, di un legame di subfornitura con alcune imprese centrali legato a rapporti di dipendenza top-down. Seguono poi i problemi del ricambio generazionale, l'inesistenza di un ceto manageriale adeguato e forme organizzative auto-referenti. A ciò si aggiunge infine l'inasprirsi della concorrenza estera, soprattutto da parte di paesi emergenti, il trasloco oltre confine di molte imprese chiave,

l'acquisizione straniera di realtà aziendali con un ruolo trainante nel territorio e le difficoltà ad attrarre capitali e investimenti da altri paesi. Non da ultimo, persiste il problema del rapporto con la burocrazia, sia al livello locale che nazionale.

Sul versante dell'adattamento organizzativo, è chiaro che i distretti industriali non hanno saputo coevolvere con il cambiamento globale dell'economia. Nello specifico, è il tipo di rete inter-organizzativa che non ha avuto una ristrutturazione adeguata. In un'economia complessa, come quella del globalismo, è necessario passare da reti decentralizzate a reti distribuite. Quelle decentralizzate sono reti superate, dipendenti verticalmente da altre organizzazioni esterne, con scarsa autonomia strategica e inability ad agire in modo autonomo. Le reti distribuite, al contrario, sono formate da organizzazioni che hanno il medesimo rango, all'interno di filiere produttive prive di verticalità e dipendenze monodirezionali. Le reti distribuite sono eterarchiche, prive di centro e di periferie interne: tutti gli attori sono inseriti in una trama decisionale comune e condividono scelte strategiche.

Anche nel gestire una crisi le reti eterarchiche si dimostrano più efficaci. Esiste una correlazione positiva tra flessibilità organizzativa e gestione dell'instabilità economica (Gentili, 2015). Da qui il passaggio dal *gouvernement* alla *governance*, ovvero l'affermazione di un nuovo stili di governo delle reti imprenditoriali. La *governance* rappresenta una forma di gestione inter-organizzativa di tipo orizzontale e pluralista, dotata di resilienza e capacità di adattamento verso la discontinuità.

Oltre al distretto industriale negli anni prendono forma altre tipologie di reti inter-organizzative localizzate. Tra queste figurano i distretti tecnologici e i distretti culturali. Tra i distretti tecnologici più noti è possibile ricordare Cambridgeshire, il distretto del software di Dublino, l'Evry Genopole in Francia e il distretto chimico del Nord della Ruhr. In Italia sono noti, tra gli altri, anche i distretti del design e della biomedicina di Milano, del design-auto di Torino e il distretto biomedico di Bologna e l'Etna Valley.

In alcune città metropolitane, tra quelle più competitive al livello globale, emerge anche una particolare tipologia di distretto tecnologico: si tratta del distretto dell'innovazione. A differenza dei distretti industriali classici, ha dimensioni ridotte e più compattezza. Con l'affermazione di un nuovo paradigma industriale, legato alla quarta rivoluzione tecnologica - attinente cioè alle interconnessioni digitali -, diventa centrale anche una nuova pratica di networking: l'*open innovation*. L'interdipendenza produttiva si estende ad un'ampia tipologia di settori ad alta intensità di conoscenza, in particolare in campo scientifico e delle nuove tecnologie 4.0. Il concetto di *open innovation* è stato inaugurato da Henry Chesbrough (2003). L'economista statunitense è convinto che l'innovazione nasce anche da idee e percorsi esterni all'impresa, ed è funzionale al mercato quando i soggetti economici amplificano le loro competenze tecnologiche. L'innovazione è garantita da una rete di organizzazioni in grado di interfacciarsi tra loro, attraverso la creazione di piattaforme fisiche e virtuali, capaci di accelerare la produttività degli investimenti.

L'*open innovation* è alla base dei sistemi economici più evoluti. Costituisce il fondamento degli ecosistemi, ovvero le micro unità costituenti il globalismo. In essi

l'interdipendenza è spinta al massimo, e in un network ad ogni azione di un soggetto economico si ha un'immediata ripercussione sulle azioni di altre organizzazioni. In un ecosistema le azioni intraprese da un soggetto economico e i loro effetti sugli altri attori non avvengono in modo unidirezionale. Esse variano di frequenza e di intensità a seconda delle particolari condizioni iniziali che contraddistinguono un singolo avvenimento e le relative catene di *feedback* generate.

All'interno di un ecosistema produttivo trovano spazio:

- le imprese "ancora": grandi aziende e centri di ricerca che servono da traino per la crescita economica, PMI, start up, spin-off e altre organizzazioni orientate allo sviluppo di tecnologie e servizi d'avanguardia;

- i "coltivatori di innovazione": incubatori, acceleratori, fablab, spazi di *coworking*, uffici di trasferimento tecnologico e centri per l'imprenditorialità sociale.

I distretti dell'innovazione si trovano spesso sotto l'influenza di una prestigiosa università o grande impresa. Sono numerosi gli esempi da prendere in considerazione: Philadelphia University City (dove rilevante è il peso dell'Università di Pennsylvania, la Drexel University e la City University Science Center); il caso San Diego (in cui spiccano il Salk Institute nell'area degli Studi Biomedici, il Burnham Institute e la University of California) e Pittsburgh (dove incisivo è il ruolo della Carnegie Mellon University, l'Università di Pittsburgh e l'Università di Pittsburgh Medical center).

Per quanto riguarda i distretti culturali è possibile citare, come esempi, Hollywood e Bolloywood, il Chianti, le Langhe, il distretto multimediale della Vestfalia in Germania e i distretti della vacanza come la Riviera ligure o romagnola. Esistono anche i quartieri della cultura - aree urbane con incidenza distrettuale -, come quelli dei musei di Vienna, di Parigi o di Berlino, le reti museali e le reti di beni culturali e le aggregazioni più estese come la Rete delle Regioni innovative in Europa e le reti di città Eurocities.

Esistono anche altre forme di network localizzato, considerate come un'evoluzione del distretto culturale. Tra queste spiccano le seguenti:

- il metedistretto (come quello della moda nell'area milanese);
- il distretto turistico (distinto in marino, montano, artistico-culturale, integrato);
- il distretto rurale (ad esempio quello esistente in Toscana);
- il distretto agro-alimentare (con tutela di marchi di qualità in ambito agricolo e rurale);
- il bio-distretto (a carattere biologico).

Per creare un distretto culturale è necessario mettere a sistema le risorse locali, come il paesaggio, il patrimonio storico-architettonico e le tradizioni agro-alimentari, ma anche capitalizzare le infrastrutture e la viabilità, l'informazione e la comunicazione. Ogni distretto culturale evidenzia una propria fisionomia demo-etno-antropologica: questa include diverse attività quali gli spettacoli dal vivo, la produzione di arte contemporanea, l'industria cinematografica, televisiva, editoriale e multimediale, i prodotti tipici locali e l'industria della moda e del design. È un patrimonio legato alle tradizioni locali ma anche all'innovazione tecnologica. L'evoluzione distrettuale va nella direzione di un coordinamento intersettoriale, dove una moltitudine di attività sono tra loro collegate:

intrattenimento e turismo si legano ad un'economia di eventi e produzioni culturali che, a loro volta, si interfacciano con i centri dell'innovazione e i laboratori di ricerca & sviluppo.

In un distretto culturale i legami che intercorrono tra le diverse realtà organizzative implicano un governo del territorio basato sull'auto-organizzazione. Lo sviluppo distrettuale non avviene spontaneamente, ma necessita di una specifica guida economica e politico-istituzionale. Ciò implica la creazione di nuovi istituti territoriali, di concertazione e di condivisione. Ne viene fuori una *governance* multipla, capace di coinvolgere i soggetti locali attraverso la realizzazione collettiva di una cabina di regia. Da ultimo, segue la necessità di riconoscere una dimensione distrettuale che sia transterritoriale.

Emergono oggi nuove interdipendenze nella divisione del lavoro organizzativo, caratterizzate da specifiche alleanze produttive, cooperazioni tecnologiche, rapporti stabili di fornitura, condivisione di conoscenze e di saperi. Sono reti circoscritte ad un determinato territorio, ma a loro volta connesse ad altre realtà inter-organizzative e filiere extraterritoriali. Il contesto locale viene messo a sistema. Il territorio diviene il *medium* di un processo di cooperazione multilocalizzata.

Bibliografia

Bagnasco A., (1977), *Tre Italie. La problematica territoriale dello sviluppo economico*, Bologna: Il Mulino.

Beck U. (1999), *What is globalization?* Cambridge: Polity Press.

Bremmer I., (2018), *Us vs. them. The failure of globalism*, New York: Portfolio.

Centro Studi Confindustria (2020), *Innovazione e resilienza: i percorsi dell'industria italiana nel mondo che cambia*, Report, Novembre 2020.

Cesaroni D., Crasta M., Dominici E., Pagliari M. P., (2006), Per un sistema territoriale dei Castelli Romani, in Berni C., *Il territorio soggetto culturale*, Milano, Franco Angeli.

Chesbrough H. W. (2003), *Open innovation: the new imperative for creating and profiting from technology*, Boston: Harvard Business School.

Gentili L. (2015), *Ripartire dalla crescita. Le reti d'impresa per lo sviluppo economico*, Roma: Armando Editore.

Gentili L. (2018), *Economia Liquida. Lo sviluppo nell'instabilità*, Roma: Armando Editore.

Gentili L. (2021), *Reshoring and new organization: The future of supply chains*, The European Business Review, September – October 2021.

Granovetter M. et al. (2000), Social networks in Silicon Valley, in *The Silicon Valley edge*, Paolo Alto: Stanford University Press.

- Greco L. (2017). L'impresa nel mercato mondiale. Le catene globali del valore, in Barbera F. e Paris I, *Fondamenti di sociologia economica*, Milano: Egea.
- Iacobelli G. (a cura di), (2018), *Open Innovation Made in Italy*, Milano, Franco Angeli.
- Kanna P. (2016), *Connectography: mapping the future of global civilization*", New York: Random House Inc.
- King S. D. (2017), *Grave new world. The end of globalization, the return of history*, New Haven: Yale University Press.
- Kotler P. e M. (2015), *Il futuro del marketing*, Milano: Hoepli.
- Krugman P. (1995), *Geography and trade*, Cambridge: Mit Press.
- Lorenz D. (1972), *Does the flap of a butterfly's wings in Brazil set off a tornado in Texas?* Boston: American Association for the Advancement of Science.
- Marshall A. (1972), *Principi di economia*, Torino: UTET [1890].
- Mashyekhi R., (2020). *It would cost \$1 trillion to move global supply chains out of China - but the long-term gains could be worth it*, Fortune, August 19.
- Marx C., (1956), *Il capitale*, Roma: Editori Riuniti [1867].
- McKinsey Global Institute (2011), *Urban world: Mapping the economic power of cities*", McKensey report.
- Perulli P. (a cura di) (2012). *Nord Una città-regione globale*, Bologna: Il Mulino.
- Porter M. (1990), *The competitive advantage of nations*, New York: Free Press.
- Porter M. (1998), *Cluster and the new economic competition*, *Harvard Business Review*, November-December.
- PricewaterhouseCoopers (2013), *World in 2050. The BRIC's and beyond: Prospects, challenges, and opportunities*. PwC Economics, January 2013.
- Sassen S. (2000). *Cities in a World Economy*, Newbury Park: Pine Forge Press.
- Sassen S. (2008), *Una sociologia della globalizzazione*, Torino: Einaudi.
- Saxenian A. L. (2002), *Il vantaggio competitivo dei sistemi locali nell'era della globalizzazione: cultura e competizione nella Silicon Valley e nella Route 128*, Milano: Franco Angeli.
- Scott A.J. (2001), *Global City-Regions: Trends, Theory, Policy*, Oxford: Oxford University Press.
- WTO (World Trade Organization), *International Trade Statistics* (1998), Geneva: WTO.

The banality of evil. A review in the light of the affective turn in the social sciences

(La banalità del male. Una revisione alla luce dell'affective turn nelle scienze sociali)

Daniele Ungaro*

Abstract

The well-known metaphor on the banality of evil, used by Arendt on the trial of the Nazi hierarch Eichmann in Jerusalem, can also be reviewed in the light of the so-called "*affective turn*" in the social sciences. Eichmann's tragic obedience to the creators of the Holocaust does not only derive from the renunciation to implement an autonomous thought, in the context of the Nazi system, but also from a deep inability to feel emotions and to develop empathic relationships. This allows a process of identification with the manipulation of emotions and feelings put into practice by the regime and at the same time a process of pathological detachment towards the politically persecuted by the regime itself.[†]

Keywords: Symbolic politics; Affective Turn; Political communication

Riassunto

La ben nota metafora sulla banalità del male, usata dalla Arendt nel processo al gerarca nazista Eichmann a Gerusalemme, può anche essere rivista alla luce della cosiddetta "*svolta affettiva*" nelle scienze sociali. La tragica obbedienza di Eichmann ai creatori dell'Olocausto non deriva solo dalla rinuncia ad attuare un pensiero autonomo, nel contesto del sistema nazista, ma anche da una profonda incapacità di provare emozioni e di sviluppare relazioni empatiche. Ciò consente un processo di identificazione con la manipolazione delle emozioni e dei sentimenti messa in pratica dal regime e allo stesso tempo un processo di distacco patologico nei confronti dei perseguitati politicamente dal regime stesso.

Parole chiave: Simbolica politica; Svolta affettiva; Comunicazione Politica.

* Ph.D. Istituto Universitario Europeo, Professore Associato, Università di Teramo, dungaro@unite.it

[†] Received: 2021-12-02; Accepted: 2021-12-28; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.691

1. Introduzione

La nomina di Liliana Segre, sopravvissuta all'Olocausto, a senatrice a vita ha provocato intense reazioni, soprattutto sulla rete, culminate con la decisione di affidare una scorta alla senatrice stessa (Osservatorio antisemitismo 2019). Ciò permette di riconsiderare il tema dell'antisemitismo alla luce della realtà sociale contemporanea. Individuo nella metafora della "banalità del male" l'aspetto privilegiato per analizzare i comportamenti antisemiti attuali, gli atteggiamenti psicologici a loro connessi e le basi emotive di tali atteggiamenti, questo perché tale definizione si riferisce a una mentalità che può essere sganciata dal fascismo inteso come fenomeno storico e politico. L'espressione "la banalità del male" ci conduce ad Hanna Arendt (2006, ediz. orig. 1963) che, dopo aver assistito al processo Eichmann a Gerusalemme, si oppone alla volontà di demonizzare l'esponente del Terzo Reich come una sorta di incarnazione di un principio astratto, quasi mitologico, del male. Piuttosto, le conseguenze distruttive dell'agire di quest'uomo non derivano da altro di diverso dalla sua appassionata propensione a obbedire e idealizzare gli ordini impartitigli da un governo, la cui validità non si permette di mettere in discussione. Durante il processo, Eichmann fa riferimento all'etica kantiana del bene come fondato sul senso del dovere. «La prima volta che Eichmann mostrò di rendersi vagamente conto che il suo caso era un po' diverso da quello del soldato che esegue ordini criminosi per natura e per intenti, fu durante l'istruttoria, quando improvvisamente dichiarò con grande foga di avere sempre vissuto secondo i principi dell'etica kantiana, e in particolare conformemente a una definizione kantiana del dovere. ... Rispondendo ad altre domande, a un certo punto, Eichmann rivelò di aver letto la "Critica della Ragion Pura" di Kant e quindi iniziò a spiegare che quando era stato incaricato di attuare la soluzione finale aveva smesso di vivere secondo i principi kantiani e che ne aveva avuto coscienza; tuttavia, si era consolato pensando che non era più padrone delle proprie azioni e che non poteva fare nulla per cambiare le cose. ... Essere ligi alla legge, quindi non significa semplicemente obbedire a una volontà esterna, ma anche agire come se si fosse il legislatore stesso che ha stilato quella legge – quantunque ingiusta possa essere – a cui si deve obbedire. Da qui la convinzione – molto diffusa nella Germania dell'epoca – che si dovesse fare anche di più di ciò che impone il dovere.» (Arendt 2006, 143-144) Non si può dubitare che - come ufficiale nazista responsabile degli orari dei treni per i campi di concentramento e successivamente responsabile dei gas che sarebbero stati utilizzati per la "soluzione finale" - Eichmann identificasse la sua funzione con quella di un funzionario efficiente a cui compete fare bene le cose senza giudicare la validità degli ordini ricevuti. Se, quindi, la vera spiegazione del male nel caso di Eichmann non è separabile dal senso del dovere e dal fatto che non ha risposto alla situazione vissuta in modo più personale e creativo, contemplando

la possibilità di un proprio pensiero e di un proprio sentire emotivo, l'analisi della Arendt non è valida solo per il burocrate nazista, ma per tutti coloro che, spinti da un eccessivo senso del dovere, funzionano nei regimi totalitari come semplici pedine obbedienti a mandati umanamente discutibili. La banalità del male, perciò, non è solamente una grande e profonda metafora capace di descrivere una spinta apparentemente lieve (l'adesione acritica e meccanica a un preteso senso del dovere) che produce effetti devastanti, ma può essere analizzata in senso sociopsicologico per comprendere meglio la struttura di questa stessa spinta così potenzialmente distruttiva. Può essere utile analizzare tale spinta sulla scia della cosiddetta svolta affettiva (*affective turn*) (Clough e Halley 2007; Greenwald Smith 2011) che sta caratterizzando ultimamente le scienze sociali, alla luce di una comprensione più profonda della sfera emotiva. In altre parole, cerco qui di illustrare come la banalità del male possa derivare da una perdita di *calore tonale*, cioè di contatto profondo con il proprio sentire emotivo ed essere illustrata alla stregua di un atteggiamento collegato a specifiche personalità (a una specifica personalità nel caso analizzato), che in un determinato contesto storico e sociale può portare ad azioni asetticamente distruttive.

2. La banalità del male come perdita di calore tonale

Universalizzando il concetto di Hanna Arendt, si può dire che "la banalità del male" è inseparabile dall'idea che l'essere distruttivi derivi dal vivere identificati con ciò che si può definire carattere (Ungaro 2017). Questo non è altro che – a livello sociopsicologico - un insieme obsoleto di risposte adattative che abbiamo sviluppato nel corso della nostra infanzia, permettendoci di stare al mondo come se operassimo attraverso un robot, nascosti forse al suo interno, senza mostrare il proprio volto e senza un'espressione propria (Naranjo 1998; 2019b). A livello simbolico, nel Faust di Goethe (1994, ediz. orig. 1808), la banalità del male può essere riscontrata nel "prologo in cielo", che ci introduce agli arcangeli che celebrano la gloria della creazione, prima che appaia Mefistofele dissentendo e osando dire al Signore dei Signori che l'essere umano gli sembra una miserabile creatura. Si potrebbe pensare a Mefistofele come a una voce invalidante, sbagliata, che giudica le cose imperfette dalla sua percezione imperfetta e comprendere quindi il male solo come risultato di questa posizione critica e disabilitante. Tuttavia, nello sviluppo della tragedia si scopre che il male non è solo un distacco dalla coscienza divina, ma piuttosto qualcosa di scarso significato, che ricerca un senso nell'intensificazione della lussuria, della gola, della volgarità, della giocosità e delle risate, qualcosa di vicino alle malefatte apparentemente innocenti dei giovani studenti, che preferiscono incontrarsi

nelle taverne e ubriacarsi piuttosto che attendere ai loro studi, qualcosa quindi di molto simile – in contesti diversi – alle attuali opinioni in libertà rilasciate sul Web. Di nuovo, quindi, il male sembra apparire come qualcosa di banale o grezzo piuttosto che di malvagio, per quanto tragiche possano essere le sue conseguenze; appare come un'assurdità o una mancanza di sintonia, una superficialità. La Arendt fa emergere con precisione questo aspetto nella descrizione della figura di Eichmann. «La giustizia vuole che ci si occupi soltanto di Adolf Eichmann. Figlio di Karl Adolf Eichmann, l'uomo rinchiuso nella gabbia di vetro apparentemente per proteggerlo. Un uomo di mezza età, di statura media, magro, con una incipiente calvizie, dentatura irregolare e occhi miopi, il quale, per tutta la durata del processo se ne stava con lo scarno collo incurvato sul banco (neppure una volta si volgerà a guardare il pubblico) e disperatamente cercherà (riuscendovi quasi sempre) di non perdere l'autocontrollo, malgrado il tic nervoso che gli muove le labbra e che certo lo affligge da molto tempo. Qui, si devono giudicare le sue azioni, non le sofferenze dei ebrei, non il popolo tedesco o l'umanità, e neppure l'antisemitismo e il razzismo. Le sue azioni soltanto.» (Arendt 2006, 17) Di conseguenza, sia a livello sociopsicologico grazie allo studio dei caratteri, che a livello simbolico, secondo la poetica di Goethe, scopriamo che la superficialità, nel senso di una mancanza di connessione con la profondità esistenziale e di una perdita di calore empatico nei toni emotivi, sia associata alla distruttività di determinate azioni e comportamenti. La Arendt trattando della banalità del male considera il caso di un burocrate nazista, nel Novecento le scienze sociali indagano quegli atteggiamenti in grado di comporre un tipo di personalità potenzialmente fascista, anche indipendentemente da particolari situazioni storiche e sociali. Cerco ora di illustrare le caratteristiche di questa personalità, integrandole con le riflessioni sull'aspetto transpolitico del fascismo e lo studio dei caratteri portato avanti da Claudio Naranjo.

3. Il fascismo come fenomeno transpolitico e la personalità autoritaria

Nella sua opera fondamentale Nolte (1966) identifica il fascismo storico innanzitutto come fenomeno transpolitico. Intendendo come transpolitica la tendenza a portare nel contesto mondano un ideale di tipo religioso. A questo proposito Nolte fa riferimento ai lavori di Evola e soprattutto al suo concetto di trascendenza immanente (Evola 1998, ed. orig. 1934). Per trascendenza immanente – qui intesa come caratteristica essenziale del fascismo – si intende il riflesso terreno di un ordine gerarchico tradizionale; quindi, tale ordine essendo collegato alla tradizione mantiene una dimensione religiosa (trascendente) anche se concretamente applicata a una società attuale (immanente). In concreto, l'ordine sociale gerarchico si basa sulla distinzione

tra aristocrazia e popolo e – in un senso sociale più dinamico – tra iniziati e profani. Gli iniziati possono inoltre diventare tali senza disporre di caratteri ascritti, ma potendo acquisire determinate qualità, attraverso per esempio l'adesione entusiastica al partito. Da questo punto di vista, il fascismo non si connota solo come reazione al bolscevismo, ma in senso più profondo assume la forma di un movimento politico anti 1789, identificando nella Rivoluzione Francese la sovversione più radicale e nefasta dell'ordine gerarchico sociale stabilito dalla tradizione e quindi da Dio (per una critica non reazionaria alla Rivoluzione Francese si veda Burke 1998, ediz. orig. 1790). Se, quindi, l'analisi storico-sociale del fascismo, sulla scia dei lavori di Nolte, può spiegare il senso del dovere rivendicato da Eichmann come deformazione inconsapevole dell'imperativo categorico kantiano, per riuscire a comprendere le basi emotive del comportamento fascista è necessario ricorrere ad altre fonti. Una di queste è indubbiamente Reich. Nel suo lavoro sulla psicologia di massa del fascismo (2009, ed. orig. 1933) lo psicanalista individua nella "proibizione" del sentire autentico una delle caratteristiche essenziali di quella che definisco la perdita di calore tonale come base emotiva del male banale e del fascismo. Nell'ambito della psicologia di massa del fascismo, per esempio, non si vuole che le persone sentano il proprio corpo. Ma com'è possibile non sentire il proprio corpo? Creando un mondo immaginario con un sentire immaginario, vivendo una falsa immagine di sé stessi, vale a dire falsificandosi (Wolbert 2018). Reich sostiene che se le persone sentono il loro corpo, sentono anche le loro emozioni e se le persone sentono le loro emozioni, non possono dire di sì alla voce del fascismo, che è la voce della conformità del pubblico davanti a un capo idealizzato mitologicamente. Nel loro fondamentale lavoro sulla personalità autoritaria (Adorno et alii, 1973, ed. orig. 1950), il gruppo di ricerca coordinato da Adorno sostiene a livello generale, come base psicologica dell'autoritarismo, che coloro che devono reprimere la propria aggressività verso quelli che li comandano scaricano la propria stessa aggressività sui non appartenenti al proprio gruppo. Questa deviazione proiettiva dell'aggressività è a sua volta collegata a una sorta di culto del convenzionale – inteso in senso gerarchico - che è accompagnato da una specie di orrore del non convenzionale. In maniera più specifica, la nota scala F come unità di misura del fascismo inconsapevole definisce con precisione alcune caratteristiche che si possono definire le basi emotive della banalità del male e degli atteggiamenti fascisti. La prima caratteristica è il *convenzionalismo*, che può essere meglio specificata se – come analizzato in precedenza – viene corrisposta all'idea immanente di una società gerarchica. Quindi si può parlare di *convenzionalismo gerarchico*. Il convenzionalismo gerarchico funziona sulla base del codice approvazione/disapprovazione. In pratica ogni azione sociale viene svolta in vista dell'approvazione o disapprovazione che riceverà rispetto agli altri. Come descritto da Riesman

(2009, edizione orig. 1950) questo atteggiamento sembrerebbe molto simile ai comportamenti attuati dalla personalità eterodiretta. Tuttavia, rispetto all'azione sociale eterodiretta il convenzionalismo gerarchico differisce su un punto fondamentale. Mentre l'approvazione ricercata dalla personalità eterodiretta si riferisce al gruppo dei pari; quindi, a una "giuria" simmetrica rispetto a chi agisce e proprio per questo fonte di angoscia e insicurezza data la mutabilità e la precarietà di un giudizio simmetrico senza alcuna solida base di autorità, il convenzionalismo gerarchico stabilisce l'approvazione o la disapprovazione nei confronti di una pretesa morale tradizionale, immutabile nel tempo e codificata da un'autorità riconoscibile. Questo permette inoltre al convenzionalismo gerarchico di funzionare come un regolatore dei comportamenti sganciato dall'esempio. La convenzione certifica che l'adesione ad essa sia solo formale, la gerarchia garantisce che i gerarchi siano sottratti dall'onere dell'approvazione sulla base di comportamenti concreti. Nel processo ad Eichmann questo convenzionalismo gerarchico emerge con chiarezza. «Senonché non era ancora finita. Sebbene Eichmann gli spiegasse di non essere abbastanza forte, da tollerare quelle visioni, di non essere mai stato un soldato, di non essere mai stato al fronte, di non avere mai visto un'azione, di non dormire e di avere degli incubi, circa nove mesi più tardi Mueller lo rimandò nella zona di Lublino, dove nel frattempo lo zelantissimo Globocnick aveva ultimato i suoi preparativi. E questa volta Eichmann vide una delle cose più orribili che avesse mai visto in vita sua. Il posto dove un tempo sorgevano le baracche era irriconoscibile. Guidato come la volta precedente dall'uomo dalla voce volgare, arrivò a una stazione ferroviaria su cui era scritto Treblinka, in tutto identica a una comune stazione della Germania: stessa architettura, stesse scritte, stessi campanelli, stessi impianti: un'imitazione perfetta. Mi tenni più indietro che potei, non mi avvicinai per vedere tutto. Tuttavia, vidi come una colonna di ebrei nudi, messi in fila in una grande stanza per essere gasati. Qui vennero uccisi, come mi dissero, con una roba chiamata acido cianidrico.» (Arendt 2006, 97). Come osservato anche da Baumann (1992) l'olocausto come espressione degenerata della tarda modernità non necessita di coraggio individuale, nonostante il culto fascista degli eroi, ma di carte bollate e decisioni organizzative. La convenzione prevale sull'azione. La seconda caratteristica del fascismo inconsapevole riguarda la *sottomissione nei confronti dell'autorità*. Si tratta, in altre parole, di un autoritarismo di secondo livello, perché non si basa sull'attuazione in primo grado della propria forza rispetto agli altri, ma piuttosto della venerazione della forza altrui, o meglio della venerazione della forza dei gerarchi. Tale atteggiamento funziona come una forma di *sottomissione autoritaria* perché, come già accennato in precedenza, l'inevitabile aggressività nei confronti di quelli a cui ci si sottomette si trasforma in una proiezione aggressiva verso gli individui non integrati nel gruppo sociale di riferimento. Ciò richiede, come

sottolineato dalla Arendt, un notevole sforzo interiore per resistere, paradossalmente, alla tentazione del bene. «Quando il Fuhrer ordinò la soluzione finale esperti giuristi e consiglieri giuridici, non semplici amministratori stilano una fiumana di regolamenti e direttive; quell'ordine, a differenza degli ordini comuni, fu considerato una legge. Inutile aggiungere che tutti questi strumenti giuridici servirono a dare a tutta questa faccenda una parvenza di legalità. E come nei paesi civili la legge presuppone che la voce della coscienza dica "Non ammazzare", anche se talvolta l'uomo può avere istinti e tendenze omicide, così la legge della Germania hitleriana pretendeva che la legge della coscienza dicesse a tutti "Ammazza" anche se gli organizzatori dei massacri sapevano benissimo che ciò era contrario agli istinti e alle tendenze normali della maggior parte della popolazione. Il male, nel Terzo Reich, aveva perduto la proprietà che permette ai più di riconoscerlo per quello che è – la proprietà della tentazione. Molti tedeschi e molti nazisti dovettero essere tentati di non uccidere, non rubare, non mandare a morte i loro vicini di casa e dovettero essere tentati di non trarre vantaggi da questi crimini e divenirne complici. Ma Dio sa quanto bene avessero imparato a resistere a queste tentazioni.» (Arendt 2006, 157). La sottomissione autoritaria, di conseguenza, si attua anche attraverso il transfert della paura del potere in maniera aggressiva nei confronti degli attori sociali considerati deboli o non allineati. Tale atteggiamento è fortemente collegato al terzo aspetto del fascismo potenziale che viene individuato *nell'aggressività autoritaria*. Come base emotiva del comportamento potenzialmente fascista, l'aggressività autoritaria viene spesso banalizzata a livello di senso comune. Per aggressività autoritaria, infatti, non si intende un semplice utilizzo o minaccia di utilizzo della violenza nei confronti del "nemico", ma un insieme di comportamenti specifici che possono essere utilizzati a livello aggregato o solamente individuale. Sulla base della psicologia degli enneatipi di Claudio Naranjo (1998) tali comportamenti possono essere analizzati in maniera maggiormente integrata rispetto alle analisi di Adorno e dei suoi collaboratori. Un primo aspetto dell'aggressività autoritaria è dato dalla ricerca ossessiva di soddisfazione. L'etimologia del termine soddisfazione rimanda alla ricerca di una compensazione adeguata. Alla base di tale slancio ossessivo c'è dunque un senso di mancanza ingiusta e di deprivazione percepita. Risulta molto facile – soprattutto a livello sociale – trasformare tale percezione di deprivazione in vendetta. La parola vendetta deriva dal latino *vindicta* che indica il bastone con cui si toccava lo schiavo per liberarlo. Metaforicamente, quindi, un aspetto dell'aggressività autoritaria diventa la rivendicazione della propria liberazione rispetto a uno stato percepito di schiavitù, che però può essere attuata solo riducendo in schiavitù gli altri. Un secondo aspetto dell'aggressività autoritaria ha a che fare con il castigo. L'etimologia del termine castigo rimanda al rendere puro. Il rendere puri ha in sé due aspetti. Quello del senso di colpa

rispetto a un presunto dovere violato – quindi il castigo assume la forma di una meritata punizione – e quello dell'ira nei confronti dell'impurità. Di conseguenza, quella componente dell'aggressività autoritaria che riguarda il castigo, assume molto spesso a livello sociale l'aspetto di una legge punitiva e vendicativa che riguarda da una parte la correzione delle componenti colpevoli di un gruppo sociale (a livello psicologico la correzione contiene al contempo piacere e dolore), dall'altra la rabbia nei confronti delle impurità. D'altra parte, il tema del castigo è quello che ha dato la definizione stessa di fascismo. I *fascies lictorii* sono, infatti, nell'Antica Roma, l'arma portata dai littori, davanti ai magistrati romani, che consiste in un fascio di bastoni di legno legati con strisce di cuoio, normalmente intorno ad un'ascia. Tale arma diviene in seguito un simbolo del potere e dell'autorità maggiore, l'*imperium*, ed assume la tipica forma di fascio cilindrico di verghe di betulla bianca simboleggianti il potere di punire, legate assieme da nastri rossi di cuoio (latino: *fascies*), simboli di sovranità e unione, al quale talvolta è infissa un'ascia di bronzo, a rappresentare il potere di vita e di morte, di fustigare e decapitare, sui condannati (Gentile 2009). Un terzo aspetto dell'aggressività autoritaria è offerto – in maniera apparentemente controintuitiva – dalla seduzione. La seduzione nel potere è descritta da Shakespeare nell'Enrico V (2012, ediz. orig. 1599) e si basa essenzialmente nella ricerca del gesto ad effetto e del discorso fiorito capace di coinvolgere emotivamente i sudditi. Successivamente Mosse (2009, ediz. orig. 1974) ha illustrato come la nazionalizzazione delle masse avvenga fondamentalmente attraverso azioni drammaturgiche basate sul simbolismo politico di un ideale collettivo. In maniera più specifica, la seduzione come giustificazione e come forma dell'aggressività autoritaria è caratterizzata dalla sacralizzazione dello Stato, ed in quanto personificazione dello Stato questo concede molto più potere rispetto a un ruolo puramente amministrativo. A tale proposito, non possiamo fare a meno di sentire che la sacralizzazione dello Stato, come la sacralizzazione della comunità (o se si vuole la sacralizzazione della politica) costituisca una verità ambigua, o una mezza verità, che può essere facilmente trasformata in una grande menzogna; poiché, se per i Greci dell'età classica è una cosa sacra dare la vita per la polis e Mosè mette in atto una sacra leadership politica, sembra ridicolo che per esempio Mussolini voglia apparire come un eletto di Dio. Naturalmente questo aspetto non viene rivendicato in tali termini, bensì attraverso l'adozione di formule religiose a imitazione delle cerimonie cristiane (Gentile op. cit.). La quarta caratteristica emozionale del fascismo potenziale, secondo il gruppo di ricerca coordinato da Adorno è l'*anti-intraccezione*. Possiamo definire l'anti-intraccezione come rifiuto del mondo emotivo e negazione della parte materna. Un indicatore dell'atteggiamento anti-intracettivo è sicuramente la stereotipia, cioè l'esprimere il proprio sentire e i propri pensieri secondo categorie rigide e

tendenzialmente inanimate. Ancora una volta il processo di Eichmann ci offre un ottimo esempio di questo atteggiamento. «Sia che scrivesse le sue memorie in Argentina, sia che le scrivesse a Gerusalemme, sia che parlasse al giudice istruttore, sia che parlasse alla corte, disse sempre le stesse cose, adoperando sempre gli stessi termini. Quanto più lo si ascoltava, tanto più era evidente che la sua capacità di esprimersi era strettamente legata a un'incapacità di pensare, cioè di pensare dal punto di vista di qualcun altro. Comunicare con lui era impossibile, non perché mentiva, ma perché le parole e la presenza degli altri, quindi la realtà, in quanto tale, non lo toccavano.» Arendt 2006, 57) Come già analizzato altrove (Ungaro 2017) l'anti-intraccezione si configura anche come incapacità di provare empatia. Alla base di questo rifiuto del contatto profondo c'è una sorta di auto-antagonismo che è stato introdotto nella storia – secondo l'analisi presentata nella “Dialettica dell'Illuminismo” (Horkheimer e Adorno 2010, ediz. orig. 1947) - da quando siamo diventati una società guerriera di natura gerarchica, per il fatto che non si può servire allo stesso tempo il dovere e gli impulsi naturali. Freud (2012, ediz. orig. 1920) ci ha fatto capire che il passaggio dal principio del piacere al principio di realtà è una parte indispensabile dello sviluppo umano; ma si può sostenere che abbia in parte confuso un principio biologico di realtà con una realtà patriarcale socio-culturalmente definita che si fonda sul trionfo dell'autorità sulla fiducia organismica della nostra saggezza animale spontanea (Naranjo 2019a). I popoli definiti primitivi non si sono rivoltati contro il loro "animale interiore", a differenza nostra che - per ribellarci a questa parte importante di noi stessi - dobbiamo imparare non solo a controllarci, ma anche più implicitamente a sentire che portiamo in noi una bestia pericolosa, ripugnante e vergognosa, definita istinto, che tuttavia può essere legittimamente usata solo contro i nemici della nazione. Questa caratteristica dello spirito della civiltà è particolarmente esaltata nella mentalità fascista dei leader totalitari e dei loro seguaci. Illustrate le basi emotive del fascismo potenziale, cerco ora di considerare se parti di questi atteggiamenti confluiscono nel populismo contemporaneo.

4. Le basi emotive del populismo contemporaneo

In una conferenza svolta alla Columbia University nel 1995, Eco (2018) tratta del fascismo eterno. Tra le caratteristiche che lo studioso individua in questa forma culturale prepolitica c'è il *populismo qualitativo*. Per populismo qualitativo si intende, secondo l'autore, la superiorità della volontà comune e di coloro che la interpretano sulle considerazioni e riflessioni individuali. Secondo Davies (2019), il populismo contemporaneo è prima di tutto un discorso politico per impadronirsi del potere, cioè per vincere le elezioni e mantenere il potere nel modo più permanente possibile utilizzando a questo

fine la diffusione di emozioni come la paura e la rabbia. Per arrivare a ciò è necessario creare come prima cosa l'identità di popolo attraverso una opposizione. Il discorso populista crea una divisione fondamentale tra popolo ed élites. In questo caso sembra sovvertire l'idea fascista di gerarchia sociale. Tuttavia, se si analizza con maggiore attenzione il populismo contemporaneo possiamo scoprire come l'élites alle quali si contrappone il popolo non sono gruppi sociali legittimati da una tradizione, ma usurpatori, corrotti, una casta, a cui gli autentici leader popolari ("quelli come noi" per intenderci) si oppongono per purificare la terra. Il problema ora è precisamente: come articolare tutte quelle persone agglomerate all'interno dell'etichetta di popolo o gente, dato che, all'interno di tale agglomerato, tra le varie persone ci sono richieste molto differenti, contraddittorie e inconciliabili? La semantica del populismo contemporaneo risolve tale problema con l'utilizzo mediatico di significati vuoti. Messaggi sufficientemente ambigui tali da permettere di contenere istanze molto diverse. Termini come "abolizione della povertà" o legge "spazzacorrotti" o ancora "*Make America Great Again*" riflettono pienamente l'utilizzo di tali significati vuoti. Un significato vuoto, infatti, funziona tecnicamente a livello proiettivo. Chiunque si opponga all'abolizione della povertà, allo "spazzar via" i corrotti o alla grandezza dell'America si trasforma automaticamente in un nemico criminale. In breve, attraverso il discorso populista contemporaneo è stato perfezionato un metodo per conquistare un vasto pubblico attraverso la seduzione aggressiva, usando dichiarazioni davanti alle quali le persone possono solo dire sì o no, laddove è ovviamente impopolare dire di no e dove dire di sì non significa in fondo niente. Di conseguenza, alcuni atteggiamenti riconducibili alle basi emotive del fascismo inconsapevole possono ritrovarsi nel populismo contemporaneo, formando in tale modo una "mentalità populista" piuttosto che un'ideologia o un programma politico (Tarchi 2019). Tra questi, il convenzionalismo gerarchico che nella mentalità populista assume la forma del politicamente scorretto. L'aggressività autoritaria, che nel populismo contemporaneo assurge i tratti della violenza del linguaggio (Ventura 2017) e dell'ostentazione di consumi popolari se non kitsch (in un simmetrico rovesciamento della "Teoria della classe agiata" di Veblen, 2007, ediz. orig. 1899). Oppure l'anti-intraccezione, che nel populismo contemporaneo si trasforma in "nebbia emotiva e istintuale", quindi incapacità di contatto profondo con le proprie emozioni e i propri istinti ed esplosione incontrollata di questi *verso l'esterno*, cioè un nemico. A questo riguardo, uno dei problemi principali, come effetto collaterale, riguardo al discorso populista risulta essere l'"inquinamento" delle emozioni. Spesso gli oppositori del populismo sostengono (Burioni 2016) che qualsiasi appello agli stati emotivi sia irrazionale e reazionario producendo in questo modo un fraintendimento notevole nel discorso politico contemporaneo. Le emozioni invece sono importanti e possono essere trattate

– come dimostra *l'affective turn* – nelle scienze sociali. In maniera più specifica, si può affermare che si è formato in questi ultimi anni un campo discorsivo populista che ha monopolizzato l'utilizzo della sfera emotiva a livello sociale e politico definendo i confini di una rinnovata frattura tra democrazia (politica e sociale) e oligarchia. Tornano, riformulate e veicolate dalla rete, le retoriche e le rivendicazioni del periodo tra fine Settecento e fine Ottocento: la virtù contro la corruzione, il basso contro l'alto, i produttori contro i parassiti, il nuovo contro il vecchio, il "popolo" contro "la Corte" (un tempo Versailles, oggi i partiti tradizionali, trattati come un tempo i nobili dell'Antico Regime), in una forma di disagio che vede una rivoluzione delle aspettative crescenti senza alcun supporto motivazionale all'ascesi sociale. Il fatto che negli ultimi vent'anni la politica – la politica *di parte*, quella capace di introdurre conflitto e dibattito – sia stata ampiamente neutralizzata dall'economia e dalle istituzioni sovra-statali, ha costruito, per reazione, un campo d'azione anti-oligarchico (in cui spesso l'oligarchia è identificata con la sua parte più visibile anche se forse più debole, la classe politica), caratterizzato dalla frattura tra entità totali, tanto vaste quanto eterogenee e poco consistenti, come i cittadini e l'élite. Chi agisce nel campo populista offre rappresentanza, in forme diverse, alla richiesta pressante di un ritorno del Politico, cioè di ciò che è stato rimosso. Come compensazione alla neutralizzazione della sovranità popolare, propone quindi, a livello di immaginario, protezione, identità, sicurezza, protagonismo, senso di appartenenza, solidarietà collettive, riappropriazione dei destini individuali. La rivendicazione della sovranità popolare può assumere le sembianze del nazionalismo securitario o quelle protezioniste del neo-keynesismo e della costruzione di un nuovo patto sociale, o ancora un mix di elementi tra questi due aspetti: in ogni caso è una richiesta di Stato e una richiesta di esonero dalle proprie responsabilità individuali. Questi due aspetti possono essere presenti anche in uno stesso movimento politico e perfino, a livello emotivo, nei singoli individui: gli atteggiamenti delle popolazioni occidentali sono diventati un insieme contraddittorio di volontà di partecipazione diretta, affidamento al capo, ribellismo, ideale della democrazia diretta, favore per la riduzione della democrazia attraverso la riduzione dei suoi costi e per l'eliminazione dei partiti, egualitarismo, retorica antimeritocratica. Non si tratta solo di atteggiamenti di individui e gruppi. Queste due inclinazioni opposte, ma spesso co-presenti, hanno alla base un vasto cambiamento storico: nel capitalismo contemporaneo tendono ad assottigliarsi le linee di divisione tra economia, politica, cultura, comunicazione, ideologia, relazioni sociali. A fondamento della modernità c'è la differenziazione tra questi ambiti sociali. Attualmente, nel postmoderno, tale processo si inverte e gli ambiti si unificano. A questa unificazione verticale degli ambiti sociali si accompagna la frammentazione dei soggetti sociali. Il mix tra verticalità e frammentazione

caratterizza i soggetti sociali come i modelli politici, creando, appunto, un campo populista in cui si unificano la verticalità decisionista e/o plebiscitaria basata sul leader e sul carisma, la frammentazione e l'orizzontalità della partecipazione dei cittadini su base più individuale e virtuale che collettiva. La rivendicazione politica e il soggetto evocato per avanzarla, in questo contesto, possono assumere solo il carattere di una totalità fittizia, di un tutto compatto (il cittadino, il popolo, la gente), invece che quello di soggetti parziali portatori di interessi collettivi (come il lavoratore o la classe). Inoltre, la partecipazione e l'inclusione di ciò che è ancora esterno al perimetro istituzionale (la società civile) diventano elementi permanenti della retorica politica anche perché sono caratteristiche essenziali della produzione e del consumo contemporaneo: i media e le imprese non cercano più il consenso passivo di spettatori, lavoratori e consumatori, hanno bisogno di un consenso attivo e partecipante, seppure a livello anche solo virtuale. Anche per questo quella della partecipazione senza sforzo attraverso il Web diventa una retorica pervasiva. Il campo populista, quindi, sposta i conflitti politici e sociali su un piano più generalizzato rispetto a quello dei conflitti moderni. È possibile che questa sia una fase storica di transizione tra una forma della politica (quella della democrazia rappresentativa) e un'altra, e che la centralità del campo populista segnali proprio questa transitorietà. Tuttavia, nessuno che abbia consenso politico agisce oggi al di fuori della frattura tra sovranità popolare e oligarchia. È un campo spurio, ma chi sceglie di restarne completamente fuori rischia di non essere percepito come attore della disputa (Caruso 2018). Tornando al caso della Segre, quindi, la violenta reazione verso la sua nomina può essere benissimo spiegata – nell'ottica populista – come una legittima reazione verso un'oligarca. Le basi emotive che alimentano questa frattura – come già indicato - possono essere individuate nella paura e nella rabbia. La paura genera incertezza, la rabbia, come emozione secondaria, esprime in senso pseudo-liberatorio lo stato di deprivazione relativa, che la giustifica e ne costituisce il fondamento. In generale, come già scritto rimane come tratto fondamentale della mentalità populista contemporanea una grande confusione nel contatto emotivo con la volontà profonda. Non si tratta quindi dell'atteggiamento dell'anti-intraccezione, esaminato in precedenza, ma semmai di una situazione di "nebbia emotiva" dove l'incapacità di un contatto autentico con il proprio sentire si traduce in una volontà incerta e contraddittoria – comunque proiettata all'esterno - e in una serie di limiti sociali e caratteriali all'empatia (Ungaro 2017). Per sviluppare queste ipotesi, tuttavia, è necessario portare avanti un nuovo programma di ricerca.

4. Conclusioni

Abbiamo visto come utilizzando le suggestioni di un nuovo programma di ricerca nelle scienze sociali, identificato come *affective turn*, si possano acquisire nuovi strumenti analitici in grado di comprendere a livello maggiormente profondo sia il tema, storicamente definito, ma riproposto a vari livelli negli ultimi anni, della banalità del male, sia quello del populismo contemporaneo, illustrando i punti di contatto e di differenza tra i due fenomeni. Mentre i tratti caratteristici, a livello anche emotivo, della banalità del male e gli atteggiamenti psicologici del fascismo potenziale sono stati comunque sufficientemente delineati, la ricerca sulle basi emotive e gli atteggiamenti psicologici costituenti la mentalità populista contemporanea è ancora agli inizi. Dall'analisi svolta si possono comunque ricavare già delle indicazioni di massima. Tra queste, la trasformazione del convenzionalismo gerarchico nel comportamento politicamente scorretto, dell'aggressività autoritaria in violenza linguistica, l'utilizzo strategico di emozioni quali paura e rabbia, una situazione generalizzata di "nebbia emotiva", per cui il proprio sentire è maggiormente convogliato verso una deformazione del reale proiettata in maniera aggressiva verso l'esterno, piuttosto che a un contatto profondo.

Bibliografia

- [1] Adorno, T. W., et alii, (1973, ediz. orig. 1950) *La personalità autoritaria*, Milano, Edizioni di Comunità
- [2] Arendt, H., (2006, ediz. orig. 1963) *La banalità del male. Eichmann a Gerusalemme*, Milano, Feltrinelli
- [3] Baumann, Z., (1992) *Modernità e olocausto*, Bologna, Il Mulino
- [4] Burioni, R., (2016) *Il vaccino non è un'opinione*, Milano, Mondadori
- [5] Caruso, L. (2018) *Il populismo contemporaneo*, www.fondazionegiacomofeltrinelli/populismocontemporaneo, 2018
- [6] Clough, P. T., J. Haley (eds) (2007), *The Affective Turn: Theorizing the Social*, Durham, Duke University
- [7] Davies, W., (2019) *The Nervous State. Democracy and the Decline of Reason*, WW Norton & Co

- [8] Eco, U., (2018, ediz. orig. 1995) *Il fascismo eterno*. Roma, La Nave di Teseo, Roma
- [9] Evola, J., (1998, ediz. orig. 1934) *Rivolta contro il mondo moderno*, Roma, Edizioni Mediterranee
- [10] Freud, S., (2012, ediz. orig. 1920) *Tre saggi sulla teoria sessuale. Al di là del principio del piacere*, Torino, Bollati Boringhieri
- [11] Gentile, E., (2009) *Il culto del littorio. La sacralizzazione della politica nell'Italia fascista*, Roma-Bari, Laterza
- [12] Goethe, J. W., (1994, ediz. orig. 1808) *Faust*, Milano, Garzanti
- [13] Greenwald Smith, R., (2011) «Postmodernism and the Affective Turn», in *Postmodernism*, LVII, 3-4, pp. 423-446: DOI.ORG/10.1215/0041462x-2011-4003
- [14] Horkheimer, M., T. W. Adorno, (1996, ediz. orig. 1947) *Dialettica dell'illuminismo*, Torino, Einaudi
- [15] Wolbert, K., (2018) *Scultura programmatica nel Terzo Reich. Corpi dogmatici, letali dettami di bellezza*, Torino, Allemandi
- [16] Mosse, G., (2009, ediz. orig. 1974) *La nazionalizzazione delle masse*, Bologna, Il Mulino
- [17] Naranjo, C., *Carattere e nevrosi*, (1998) Roma, Astrolabio
- [18] Naranjo, C., *L'Ego patriarcale*, (2019a) Milano, Feltrinelli
- [19] Naranjo, C., (2019b) *Dalla banalità del male alla ricerca della verità*, relazione presentata al Convegno Dopo Babele, IV edizione, Gorizia
- [20] Nolte, E., (1966) *I tre volti del fascismo*, Milano, Sugarco
- [21] [www.osservatorioantisemitismo.it/attacchi-antisemiti-contro-la-senatrice Segre/articoli e commenti/2019](http://www.osservatorioantisemitismo.it/attacchi-antisemiti-contro-la-senatrice-Segre/articoli-e-commenti/2019)
- [22] Reich, W., (2009, ediz. orig. 1933) *Psicologia di massa del fascismo*, Torino, Einaudi
- [23] Riesman, D., (1999, ediz. orig. 1950) *La folla solitaria*, Bologna, Il Mulino

- [24] Shakespeare, W., (1992, ediz. orig. 1599) *Enrico V*, Milano, Garzanti
- [25] Tarchi, M., (cur.), (2019) *Anatomia del populismo*, Roma, Diana
- [26] Ungaro, D., (2017) «Sociologia delle emozioni. Sui limiti sociali all'empatia», in *Sociologia della Comunicazione*, LIII, 1, pp. 77-95 DOI: 10.328/SC2017-053006
- [27] Veblen, T., (2007, ediz. orig. 1899) *Teoria della classe agiata*, Torino, Einaudi
- [28] Ventura, R., (2017) *Teoria della classe disagiata*, Roma, Minimum Fax

Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic (Proiezione dei cambiamenti socioeconomici a seguito della pandemia Covid-19)

Roberto Veraldi*

Abstract

Albeit in the immediacy of the event and although aware that it is a first interpretative proposal, this article analyses possible future scenarios concerning socio-economic consequences in Italy after the spread of the Covid-19 virus (coronavirus, 2019-nCoV). The social processes related to the pandemic will be examined, from the media information diffusion to the socio-economic consequences of the phenomenon. Among the main effects, included in the projections, the authors find considerable impacts in the tourism and restaurant sectors. The former, if not supported by adequate campaigns, will experience extended hard time, which will maintain its effects also in the long run. The latter will experience profound changes in the work organization and the service quality definition. Finally, some beneficial effects have been hypothesized, such as a re-evaluation of the health sector and enhancement of public opinion about scientific research.

Keywords: Covid-19, 2019-nCoV, coronavirus, Italy, pandemics, socio-economic scenarios.¹

Sunto

In questo lavoro vengono analizzati, seppur nella immediatezza dell'evento e pur conscio che si tratta di una prima proposta interpretativa, i possibili scenari futuri riguardo alle conseguenze socio-economiche in Italia a seguito della diffusione del virus Covid-19 (coronavirus, 2019-nCoV). Si studieranno i processi sociali connessi alla pandemia, dalla diffusione mediatica delle informazioni alle

* Professore associato di Sociologia, Presidente del CdS in Servizio Sociale, Dipartimento di Economia Aziendale, Università Gabriele d'Annunzio di Chieti-Pescara. roberto.veraldi@unich.it.

¹ Received: 2021-09-01; Accepted: 2021-12-25; Published: 2021-12-31; doi: 10.23756/sp.v9i2.702

conseguenze socio-economiche del fenomeno. Tra i principali effetti, inseriti nelle proiezioni, si prevedono impatti considerevoli nei settori turistico e della ristorazione. Il primo, se non sostenuto da adeguate campagne, affronterà un periodo di intense difficoltà, destinato a mantenere i suoi effetti anche nel lungo periodo. Il secondo subirà profondi mutamenti nell'organizzazione del lavoro e nella definizione della qualità. Infine, sono state ipotizzate alcune ricadute positive, come una rivalutazione del settore sanitario e dell'opinione su chi fa ricerca scientifica.

Parole Chiave: Covid-19, 2019-nCoV, coronavirus, Italia, pandemie, scenari socio-economici

1. Introduzione

Nel suo libro *The world as I see it*, Einstein scrisse un saggio sulla crisi, in senso lato. Riferendosi agli eventi che possono scuotere economia e società, scienze e cultura, afferma che non si può pretendere che le cose cambino facendole sempre alla stessa maniera e la stessa crisi può diventare uno strumento di innovazione e di miglioramento per ogni persona e per ogni nazione, perché attraverso la crisi si arriva al progresso (Einstein, 1949). La diffusione del Covid-19 ha portato ad una nuova consapevolezza e sta modificando il comportamento generalizzato di immense masse di esseri umani. Contagio ed interdipendenza sono le parole d'ordine di questa crisi e l'effetto a catena degli avvenimenti ad essa legati trova ampio riscontro in quanto accaduto in passato (Forbes, 2004). L'innovazione nell'interpretazione della realtà e l'approccio ad una nuova definizione dei paradigmi sociali sono critici per il superamento di ogni crisi (Magatti, 2017): la pandemia ha permesso l'emergere delle contraddizioni politiche e culturali del nostro modello economico. Da tale constatazione parte questa riflessione.

In questo articolo si analizzano i costi e le trasformazioni economiche e sociali che l'Italia dovrà affrontare a seguito degli effetti pandemici collegati alla diffusione del Covid-19. Sebbene possa essere prematuro attribuire il carattere di validità a stime delle conseguenze di fenomeni ancora in corso, la storia delle pandemie influenzali ci può aiutare nella definizione e contestualizzazione dei risultati finali di interventi contenitivi, normative specifiche ed imposizioni esecutive contingenti. Nel 2011 l'articolo *Vaccinate for the next H2N2 pandemic now* recitava «una pandemia influenzale può costare e gravare sulla sanità molto di più rispetto ad un programma preventivo ben pianificato» (Nabel *et al.*, 2011, p. 158). Partendo da questa affermazione, si considereranno gli avvenimenti storici legati alle pandemie e si analizzeranno i dati attualmente disponibili sulla diffusione del Covid-19. Il fine ultimo sarà quello di teorizzare i mutamenti sociali ed economici che il panorama italiano dovrà affrontare dopo il cessato allarme.

Gli effetti delle epidemie e degli eventi di tipo catastrofico non possono essere limitati ad un'analisi circostanziale. La prolungata esposizione delle economie e delle società ad eventi di tipo pandemico ha una coda spesso molto forte, che non circoscrive gli effetti negativi dell'evento ai soli periodi corrispondenti al contagio e alla cura della malattia. Inoltre, l'esposizione mediatica a cui è sottoposta la popolazione, oltre ad essere differente di periodo in periodo, provoca una diffusione di dati incerti, spesso poco attendibili, che tendono a porre l'accento su questioni di secondaria importanza. Ciò consente di rilevare un generale disinteresse per i fatti e un aumento dell'attenzione per l'interpretazione retorica della realtà. Di fronte ad una cornice di cambiamenti e di riflessioni sul tema dell'identità sociale così strutturata, la ridefinizione dei concetti di capitale e di relazione deve essere rivista alla luce della nuova libertà di informazione e condivisione garantita dalla rete (Cesareo, 2016). È dunque di estrema urgenza la produzione di documenti rigorosamente revisionati, che possano condurre la comunità scientifica alla divulgazione di una cultura di metodo e di valutazione corretta delle fonti. Inoltre, dal punto di vista del pubblico, la promozione dello sviluppo di una "specializzata subcultura adattiva" relativa allo specifico rischio può promuovere una corretta reazione e portare alla costruzione di comportamenti efficaci (Frudà, 1997).

Nel 2007 Acemoglu e Johnson, nei loro studi riguardo agli effetti delle pandemie sul tessuto economico, sostenevano che la contrazione della forza lavoro dovuta agli effetti nefasti della diffusione di virus porta spesso ad un miglioramento delle condizioni economiche dei Paesi. D'altro canto, le disuguaglianze in termini di possibilità di trattamento delle malattie sono state ipotizzate come una delle cause dei danni che possono essere arrecati al capitale umano futuro. Infatti, l'aumento del tasso di mortalità che deriva da una disparità nella disponibilità di fondi per il sistema sanitario, la possibilità che un virus particolarmente aggressivo possa colpire il feto delle donne in stato interessante, e condizioni di indisponibilità anche temporanee di generi di prima necessità possono aumentare di molto gli effetti negativi della diffusione di infezioni (Percoco, 2015).

Nella prima parte verrà illustrata una cornice generale, attraverso i dati storici delle principali pandemie che hanno caratterizzato la storia del Ventesimo Secolo. Si procederà, quindi, ad un'analisi degli accadimenti relativi alla diffusione del Covid-19, con particolare riferimento al caso italiano. A seguire, verranno presi in esame i processi socio-economici legati alla pandemia. Si analizzeranno, successivamente, i contesti informativo ed economico che accompagnano una diffusione epidemica dei virus influenzali. Infine, partendo dai risultati di questa ricerca, verranno espone le proiezioni sull'assetto sociale ed economico italiano che caratterizzeranno il futuro della Penisola nei periodi successivi al cessato allarme.

2. Le pandemie influenzali del Ventesimo Secolo

La pandemia è sicuramente la più drammatica versione della diffusione di un virus influenzale. Nonostante la nostra conoscenza delle malattie e delle mutazioni genetiche generate a partire dai virus influenzali, molte domande sono ancora aperte, in particolare riferite alle questioni di prevenzione pandemica (Cox *et al.*, 2000). La diffusione dei virus influenzali ha prodotto considerevoli perdite in termini di numero di vite umane. Sebbene l'origine della diffusione dei vari ceppi influenzali non sia stata identificata, sono state proposte diverse ipotesi: l'introduzione diretta da parte dell'uomo, l'origine aviaria e la mutazione di virus preesistenti. Intensi dibattiti sono anche prodotti dall'individuazione dell'esistenza o assenza di eventuali vettori intermedi (come animali). Ciononostante, gli effetti delle pandemie influenzali sugli esseri umani sono stati analizzati come esempi della potenza di queste infezioni (Guan *et al.*, 2010).

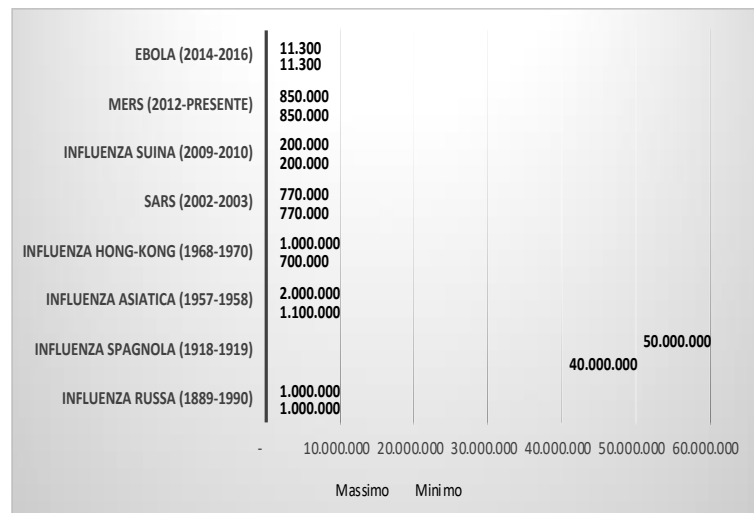
Tre furono le principali pandemie influenzali che colpirono il mondo nel Ventesimo Secolo: l'Influenza Spagnola (1918), l'Influenza Asiatica (1957-1958) e l'Influenza Hong Kong (1968). Attraverso l'analisi degli effetti di queste epidemie influenzali sarà possibile raggiungere un maggiore livello di concretezza e validità nell'analisi dei possibili scenari che seguiranno la diffusione del Covid-19. La Figura 1 mostra le principali pandemie, comprese anche quelle minori, da poco prima dell'inizio del Ventesimo Secolo fino ad oggi.

2.1 L'influenza Spagnola (1918/1919)

L'Influenza Spagnola (H1N1) ha provocato circa 50 milioni di morti nel mondo (Percoco, 2015). Il primo conflitto mondiale potrebbe avere promosso l'incubazione del virus: nei campi militari, uomini e animali convivevano riducendo di molto gli standard igienici (Oxford *et al.*, 2005). La guerra ha aiutato la diffusione rapida del virus, attraverso gli spostamenti dei soldati e le precarie condizioni sanitarie degli ospedali nelle zone interessate. Nonostante questo, non tutti i ricercatori sono concordi nel trovare un'origine di questa malattia nel conflitto: alcune cause come la malnutrizione o le condizioni psicologiche legate alla situazione contingente possono avere contribuito alla nascita e diffusione del virus.

Erkoreka (2010) ha riportato i dati relativi alla mortalità provocata dall'infezione nell'Europa Occidentale. Nel mese di settembre 1918, a Parigi il tasso di mortalità era del 6.08% (riferito all'intera popolazione) e, scendendo tra i Paesi meridionali, il tasso cresceva fino a raddoppiarsi. L'andamento di questa epidemia fu un grande danno per gli europei in età compresa tra i 15 e i 44 anni: a Parigi e Madrid si registrarono tassi di mortalità rispettivamente del 68.2% e del 66.3%.

Fig. 1. – Stime minime e massime dei decessi delle principali pandemie dalla fine del Diciannovesimo Secolo.



Fonte: Rielaborazione a partire dai dati raccolti in letteratura.

Fornasin *et al.* (2018) hanno offerto una revisione delle procedure di stima dei decessi causati dall’Influenza Spagnola in Italia, calcolandoli in circa 466.000, dei quali 70.000 nelle forze armate. La mortalità nel nostro Paese ha avuto un tendenziale “andamento a W”, cioè con punte particolarmente accentuate per bambini ed anziani, ma con un considerevole (seppur minore) impatto anche sui giovani adulti. Durante i primi mesi le notizie relative alla pandemia e ai decessi dovuti all’Influenza Spagnola non vennero diffuse, con l’intento di non allarmare la popolazione. A seguito dell’intensificarsi dei contagi, vennero presi dei provvedimenti, a partire dal mese di agosto del 1918, molto simili a quelli avviati contro l’attuale diffusione del Covid-19: sorveglianza, quarantena e isolamento volontario o obbligatorio (Martini *et al.*, 2019).

2.2 L’influenza Asiatica (1957-1958)

L’Influenza Asiatica (H2N2) causò circa 2 milioni di decessi. Si trattava di un virus di origine aviaria, particolarmente preoccupante poiché appartenente ai virus dell’influenza A, tra i quali alcuni hanno un tasso di mortalità particolarmente elevato (e.g. H5N1, con un tasso del 64%) (Alexander, 2006). Si scoprì che la pericolosità di questa malattia era legata alla contemporanea infezione, in un soggetto, sia dell’influenza aviaria, sia di quella tradizionale (umana). In questa circostanza, vi sarebbe la possibilità del diffondersi pandemico di questa infezione, sebbene si tratti di una possibilità alquanto remota (Capua, Alexander,

2002). Attualmente, si parla di una vera e propria scomparsa di questo tipo di virus da almeno 40 anni e ci si riferisce alla possibilità di contagio come una pandemia solo teoricamente possibile (Pappas *et al.*, 2010).

Grazie alla letteratura medica sull'argomento, si rilevano alterazioni genetiche di questo virus piuttosto frequenti. Inoltre, la mortalità maggiore per questo tipo di infezione è stata verificata per neonati, anziani e persone immunodepresse. Confrontato con l'Influenza Spagnola, il cui contagio nei momenti di diffusione epidemica e in quelli di diffusione controllabile si registrava in porzioni della popolazione differenti, per questo tipo di virus non è possibile riscontrare lo stesso tipo di dinamica (Hsieh *et al.*, 2006). La possibilità di una ricomparsa di questo virus è preoccupante proprio per l'assenza di difese immunitarie negli esseri umani: la prolungata mancanza del contagio ha provocato una riduzione nella predisposizione del sistema immunitario alla difesa dalle mutazioni genetiche di questo virus, in particolare per i soggetti con un'età inferiore a 50 anni. Il controllo della sua diffusione deve perciò essere preso in seria considerazione in un piano per la prevenzione pandemica (Jones *et al.*, 2014).

2.3 L'influenza Hong-Kong (1968-1970)

Anche nel caso dell'Influenza di Hong-Kong del 1968, la situazione pandemica è stata di minore impatto rispetto a quella dell'Influenza Spagnola, producendo un forte effetto su anziani e organismi particolarmente sensibili (ad esempio malati cronici). Nonostante questo, gli effetti sociali ed economici sono stati notevoli (Cox *et al.*, 2003). L'Influenza Hong-Kong ha provocato un numero stimato di circa 700000 vittime (Rajagopal, Treanor, 2007).

2.4 Prevenzione e limitazione della trasmissione

Data la probabile origine aviaria di queste infezioni, la loro eliminazione totale non è possibile ed il rischio di nuove epidemie è sempre attuale. Una nuova influenza aviaria riscontrata in Cina (H5N1) ha condotto il mondo ad uno stato di preoccupazione e allarmismo durante i primi anni 2000. Sebbene le pandemie influenzali siano state affrontate con sempre maggiore celerità ed i vaccini siano stati prodotti in modo sempre più efficiente, la probabilità di nuovi eventi pandemici non deve essere ignorata.

I provvedimenti che vengono consigliati in letteratura sono la costante ed intensiva sorveglianza di patologie emergenti nella popolazione, l'abbattimento dei capi di bestiame a rischio di infezione, la formazione del personale medico, la diffusione delle notizie corrette tra il pubblico, lo studio per la produzione dei vaccini e l'utilizzo di agenti antivirali specifici (Rajagopal, Treanor, 2007).

3. Covid-19

Il Ventunesimo Secolo non è partito nel migliore dei modi. La crescita del potere del terrorismo (si veda l'attacco al World Trade Center del 2001), la crisi bancaria del 2008-2009 ed il conseguente crollo dell'economia reale nella seconda decade del secolo stanno mettendo alla prova i sistemi economici, politici e informativi della maggior parte del mondo. La diffusione del Covid-19, specifico tipo di polmonite particolarmente aggressiva, ha avuto origine a Wuhan, città sub-provinciale nella parte orientale della Cina. Il più citato articolo di Scopus sulla questione permette la lettura di un diario della individuazione dell'infezione tra i pazienti ricoverati nell'ospedale di Wuhan (Huang *et al.*, 2020). Il 2 gennaio del 2020 i pazienti analizzati erano 41, dei quali 30 uomini. 13 di questi pazienti presentavano patologie gravi preesistenti. I sintomi più comuni erano febbre e un generale affaticamento oppure mialgia. Tutti i pazienti sono risultati quindi positivi alla polmonite e 22 hanno sviluppato dispnea. 13 pazienti sono stati ricoverati in terapia intensiva e 6 di questi sono deceduti. Da subito i ricercatori hanno compreso che vi erano importanti lacune nella conoscenza dell'epidemiologia e delle modalità di trasmissione umana di questo virus.

I casi sono aumentati, e così i campioni di indagine. Le cellule epiteliali delle vie aeree hanno permesso l'isolamento del nuovo virus, denominato 2019-nCoV e membro della sottofamiglia di virus Orthocoronavirinae, nota anche come coronavirus. Si comprese così di essere di fronte al settimo coronavirus che infettava gli esseri umani (Zhu *et al.*, 2020). I campioni analizzati aumentarono sempre di più di numero, per riuscire a comprendere le caratteristiche del virus ed il suo tasso di mortalità potenziale. Una successiva analisi ha verificato che i pazienti positivi al 2019-nCoV erano 99 (e non 41) al primo giorno dell'anno, all'ospedale di Wuhan. Di questi, 67 erano uomini. 50 pazienti presentavano malattie di tipo cronico. I principali sintomi erano febbre, tosse e difficoltà respiratorie. 74 pazienti sono risultati positivi alla polmonite, 17 hanno sviluppato sindrome da distress respiratorio. Di quest'ultimo gruppo, 11 sono peggiorati e deceduti in poco tempo (Chen *et al.*, 2020).

Il 26 gennaio 2020 le infezioni erano arrivate a 2.794. Tra questi casi, 80 furono i decessi. Attraverso le analisi di alcuni pazienti infetti all'inizio dell'epidemia, è stato possibile risalire alle sequenze genomiche del virus, al 79.6% identiche rispetto a quelle della SARS (SARS-CoV), la sindrome respiratoria acuta grave che colpì la Cina nel 2002 ed altri Stati in seguito (8.096 casi, dei quali 774 decessi in 17 Stati). Inoltre, si iniziò a sospettare che l'origine fosse aviaria poiché il 2019-nCoV è al 96% identico rispetto al coronavirus del pipistrello (Zhou *et al.*, 2020).

Da quelle date, il virus si è diffuso ad un ritmo elevatissimo: mentre scriviamo questo articolo, il conteggio degli infetti in Cina (secondo l'articolo più recente) è di 80.859, dei quali il 10-15% in gravi condizioni. 3.100 di queste persone risultano decedute. Sebbene secondo le prime stime, nel peggiore dei casi, si

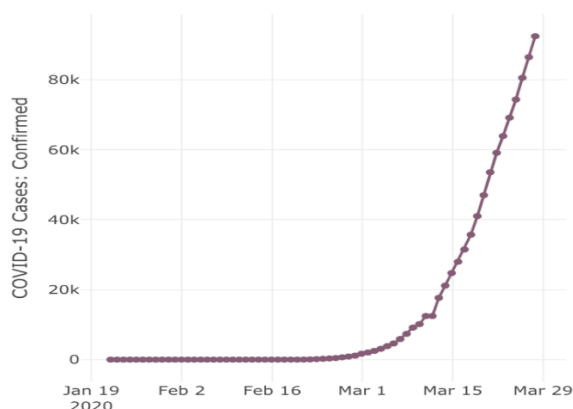
Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic

attendevano circa 227.000 contagi entro la fine di febbraio, la situazione è meno negativa ma rimane preoccupante (Wang *et al.*, 2020). A livello mondiale, alla fine di febbraio i contagiati risultavano essere circa 110.000, dei quali il 10-15% in gravi condizioni e 3.800 erano deceduti (Lippi, Plebani, 2020).

Fanelli e Piazza (2020) propongono alcune stime e considerazioni riguardo alla diffusione passata e futura del virus, sulla base dei dati riguardanti una recente finestra temporale (22 gennaio-15 marzo). La ricerca prevede un picco per l'Italia il 21 marzo 2020 (con 26.000 infetti, ad esclusione dei soggetti guariti e deceduti). Inoltre si prevede un numero di decessi, al termine dell'epidemia, pari a 18.000. I ricercatori stimano tra il 10 ed il 20% la quota di individui effettivamente infetti che decedono durante la malattia. Per questo motivo, il tasso di mortalità appare essere compreso tra il 4% e l'8% (in Italia) (Fanelli, Piazza, 2020).

Pare che le condizioni di diffusione del virus in Italia siano assai più preoccupanti. Al 29 marzo 2020 i contagi nella penisola sono registrati in 73.880 unità, con un numero di decessi pari a 10.779 (14.59%, dato relativo ai decessi dopo il contagio: la causa del decesso non è ancora un dato attendibile), un numero di guarigioni pari a 13.030 (17.64%) (Il Sole 24 Ore, 2020). Dall'inizio dell'epidemia, gli infetti confermati sono stati più di 92.000. I cartogrammi mostrano una particolare diffusione nelle zone di Milano e Torino. In generale, tutto il Nord Italia è interessato particolarmente dall'epidemia, mentre il Centro ed il Sud paiono oggi risentire meno della diffusione del virus. Nella Figura 2 viene mostrata la serie storica dei contagi da gennaio 2020 in Italia (dati della Banca Mondiale). Nella Figura 3 si può trovare una rappresentazione recente pubblicata dal Sole 24 Ore.

Fig. 2. – Serie storica dei contagi in Italia, 01/01/2020-28/03/2020.



Fonte: Banca Mondiale, Understanding the Coronavirus (COVID-19) Pandemic through Data.

Fig. 3. – Diffusione del Covid-19 in Italia, dati al 29/03/2020.



Fonte: Il Sole 24 Ore - Lab24 - Coronavirus.

4. Processi socio-economici durante la pandemia

In un suo lavoro Cleto Corposanto (2020) afferma, le scienze dell'uomo, e la Sociologia in primis, non possano sottrarsi a una seria riflessione sul significato e sulle conseguenze sociali di CoVid19. Per troppo tempo la nostra disciplina è stata poco presente sul terreno dei grandi temi che riguardano in particolare il terreno della salute e della malattia, soggiogata da un superpotere sanitario che, anche con processi di medicalizzazione della quotidianità, ha finito per costringere i sociologi a dedicare poche riflessioni ai temi della salute. Quasi considerandolo un ambito di scarso interesse anche dal punto di vista teorico.

Eventi come quelli che dall'inizio dell'anno hanno investito gran parte del mondo hanno prepotentemente riportato alla ribalta la necessità di una nuova stagione della sociologia, giacché è apparso subito chiaro che le pandemie, essendo per natura situazioni medico-sociali, si possono contrastare con atti medici e mutamento degli stili di vita che spesso hanno impatti devastanti dal punto di vista sociale delle comunità. La pandemia diventa così un terreno sul quale la sociologia può e deve riprendere a pensare ed elaborare nuove teorie, visto che le misure messe in atto per contrastare la malattia toccano soprattutto il lavoro, le relazioni sociali, gli affetti, la stessa domanda di attività di vita quotidiana condivisa da parte delle persone. La riflessione appena riportata dà la

stura ad una ultima breve riflessione, all'interno di questo paper, che si concentra, come ben evidenziato da Corposanto, anche sugli effetti "altri" di una pandemia.

4.1 Processi sociali di diffusione e acquisizione delle informazioni

La proliferazione del virus in un'economia avanzata non è accettabile: la prevenzione di pandemie è, infatti, abbastanza semplice. Come sostengono Kock *et al.* (2020), non abbiamo imparato la lezione, nonostante le infezioni aviarie siano diffuse da moltissimo tempo. La riduzione della circolazione commerciale delle specie a rischio, le terapie vaccinali contro l'influenza ed il cambiamento delle abitudini alimentari non sono diffusi tra il pubblico. Il contenimento di un'epidemia si ottiene agendo tramite la prevenzione (Ji, 2020): ci chiediamo se usciranno da questa pandemia con una consapevolezza maggiore rispetto a questi rischi.

I processi attraverso i quali gli attori sociali assorbono gli effetti delle pandemie sono ben noti, quindi la diffusione di *fake news* sulla pericolosità di un virus influenzale non è un segnale positivo. L'ansia generalizzata, causata dalla velocità di trasmissione del virus e dalla poca attendibilità delle informazioni, ha portato alcuni ricercatori a pubblicare una serie di raccomandazioni che sottolineano aspetti sociologici abbastanza inquietanti, se ascritti ad un ambiente globalizzato ed avanzato (Xie *et al.*, 2020). Se escludiamo le solite raccomandazioni inerenti al controllo delle informazioni false da parte delle autorità e degli stessi utenti, interessante è il fatto che siano date indicazioni riguardo alla *health literacy*. Sollecitare la formazione degli studenti su questioni basilari legate all'igiene e alla salute appare quanto meno preoccupante. La trasformazione di una pandemia in una crisi generale dell'informazione mette a dura prova la nostra struttura di diffusione delle notizie, dei dati e dei rapporti.

Alcune emittenti hanno etichettato il virus per razza ("virus cinese") o hanno invitato i "bambini cinesi" a restare a casa (Wen *et al.*, 2020): è necessaria un'analisi sulla capacità del pubblico di filtrare tali notizie. Sebbene la globalizzazione informativa proceda più velocemente rispetto alla crescita culturale dei popoli, fenomeni di pregiudizio e razzismo ingiustificati devono produrre un'accurata riflessione sulla libertà di informazione. Le trasformazioni dovute alle nuove applicazioni della partecipazione del pubblico alla condivisione delle informazioni devono essere analizzate con attenzione (Vardanega, 2015).

La diffusione delle informazioni può trarre beneficio dall'uso corretto dei social media. Oh *et al.* (2020) hanno condotto ricerche sulla relazione tra epidemia e utilizzo dei social network. In particolare, hanno trovato correlazioni positive tra questi strumenti ed il ruolo di mediazione nei sentimenti di paura e rabbia. La posizione delle piattaforme che possono garantire un'informazione completa e corretta attraverso un linguaggio comprensibile anche al pubblico è quindi di

particolare rilevanza nelle situazioni di emergenza. Purtroppo, c'è ancora da interrogarsi sulla validità metodologica di lasciare alla maturità e alla responsabilità dei singoli individui la diffusione di dati riguardo alle condizioni critiche e di emergenza. La percezione del rischio può essere fortemente compromessa e la spinta mediatica può agire direttamente sul potere politico, che può attuare misure eccessivamente stringenti provocando molti più danni di quanti non se ne sarebbero verificati per l'epidemia.

Durante una precedente situazione critica (epidemia della MERS-CoV, Middle East Respiratory Syndrome, 2013) uno studio eseguito da Rahmatizadeh *et al.* (2019) ha esaminato l'affidabilità dei siti che promuovevano informazioni riguardanti la diffusione del virus in termini di dati e pericolosità. I risultati mostravano scarsa credibilità nei siti di divulgazione, che riportavano molto più spesso a contenuti di tipo commerciale piuttosto che a seri contenuti di tipo educativo. A fronte di questa evidenza, ci chiediamo se non sia forse il caso di rivedere la posizione e l'importanza sociale dei motori di ricerca, in modo che i loro algoritmi siano ridefiniti anche in base a coefficienti di affidabilità dei siti e delle informazioni che vengono divulgate in merito a situazioni di grave emergenza. La promozione attiva di contenuti affidabili, infatti, non è sufficiente a garantire la diffusione delle informazioni. Sebbene la censura non sia la strada corretta in un mondo globalizzato, la definizione di un sistema di *rating* univoco dei siti web a contenuto divulgativo dovrebbe essere presa in seria considerazione.

4.2 La mente e la pandemia

Il 12 febbraio 2020 un uomo indiano, padre di tre figli, ha deciso di suicidarsi a seguito della notizia ricevuta dal suo medico riguardo ai sintomi che stava sviluppando. Infatti, l'uomo ha erroneamente attribuito quei sintomi alla sindrome 2019-nCoV e, nel timore di poter nuocere alla propria famiglia, si è impiccato ad un albero (Goyal *et al.*, 2020).

Lo stress quotidiano a cui le persone erano abituate prima di perdere il contatto faccia a faccia con il mondo, a causa della quarantena, non può essere considerato estinto a seguito del blocco delle attività produttive e degli interventi volti a favorire la riduzione della pandemia. Sentimenti di rabbia, solitudine, ansia e depressione possono svilupparsi sia in soggetti costretti (forzatamente o meno) alla quarantena, sia in soggetti che non hanno ancora sviluppato la malattia ma ne hanno il sospetto. L'imprevedibilità che caratterizza uno stato di pandemia deve mettere in allerta il sistema sanitario andando oltre il lato tecnico del trattamento antivirale. Esso deve infatti integrare un supporto di tipo psicologico ed un intervento di tipo psichiatrico, in modo da arginare le conseguenze negative di una quarantena forzata o di una sintomatologia sospetta nel paziente (Zandifar, Badrfam, 2020).

Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic

Un altro fattore molto importante per la corretta gestione delle reazioni alla diffusione di informazioni sulla pandemia attuale è la riduzione dell'ansia relativa alla percezione di sintomi e alla loro interpretazione in termini patologici. Nonostante le classiche strategie per la riduzione del contagio siano opportune e costituiscano le prime armi per evitare una pandemia, il controllo degli stati d'ansia deve essere considerato fondamentale per la buona riuscita di qualsiasi progetto di contenimento. La percezione errata dei propri sintomi può portare anche al trattamento errato, che innesci un aumento ulteriore dello stato d'ansia e, di conseguenza, un comportamento scorretto (Asmundson, Taylor, 2020b).

Le incertezze circa i futuri sviluppi dell'epidemia hanno quindi generato sensazioni di paura e preoccupazione. Non sono pochi i sondaggi che hanno rilevato questo stato mentale tra i partecipanti. Inoltre sono anche stati riscontrati alcuni casi di xenofobia nei confronti di cinesi. È evidente che la diffusione delle notizie non sia adeguatamente ponderata. Negli Stati Uniti, tra l'ottobre 2019 e il febbraio 2020, le malattie influenzali hanno provocato 22 milioni di contagi e 210.000 decessi (Asmundson, Taylor, 2020a). Nonostante il tasso di mortalità del 2019-nCoV sia maggiore, anche tale dato risulta preoccupante. Sarebbe interessante analizzare la motivazione dell'indifferenza dell'opinione pubblica statunitense rispetto ad un dato talmente allarmante.

4.3 Conseguenze economiche a seguito di una epidemia

Le conseguenze economiche di una epidemia influenzale sono state studiate ampiamente in letteratura. Un'analisi di significativo impatto svolta da McKibbin e Sidorenko (2006) ha rilevato che anche una lieve epidemia può causare ingenti danni ad un'economia. Questa ricerca mostra che i principali effetti economici di una pandemia possono essere riassunti in quattro punti principali: riduzione dell'offerta di lavoro, aumento dei costi per iniziare e sostenere attività commerciali, spostamento delle preferenze dei consumatori verso settori che sono considerati meno esposti al rischio e, infine, ridirezionamento degli investimenti provenienti dall'estero.

Bloom *et al.* (2005) hanno prodotto un rapporto per riassumere le conseguenze principali di una diffusione di un virus in Asia. Anche in questo caso, i cambiamenti nelle preferenze dei consumatori, la fiducia degli investitori e la riduzione dell'offerta del lavoro sono descritti come effetti di maggiore impatto. Inoltre, il clima di incertezza politica e la tendenza ad una reazione non controllata del mercato possono avere un risultato critico sull'economia reale.

Il semplice vaccino antinfluenzale ha la possibilità di ridurre notevolmente i costi di un'epidemia (Brouwers *et al.*, 2009). Vi sono stime in letteratura che riguardano la possibile perdita economica rispetto al prodotto interno lordo a seguito di pandemie influenzali. Per esempio, Burns *et al.* (2006) hanno analizzati

i dati relativi alle previsioni della Banca Mondiale circa un possibile fenomeno pandemico. In generale, il prodotto interno lordo mondiale può perdere da 0.7 a 4.8 punti percentuali ed i decessi possono variare tra 1.4 e 71.1 milioni. I Paesi più colpiti sarebbero quelli in via di sviluppo e lo scenario più critico concentrava le perdite nelle zone dell'Est Asia, anticipando di fatto quanto sarebbe accaduto 13 anni dopo (Tabella 1).

Tab. 1. – Possibili conseguenze economiche di una pandemia influenzale.

Zone del Mondo	% Cambiamento nel PIL (primo anno)		
	Lie ve	Modera to	Gra ve
Mondo	-0.7	-2.0	-4.8
Paesi avanzati	-0.7	-2.0	-4.7
Paesi in via di sviluppo	-0.6	-2.1	-5.3
Asia Orientale	-0.8	-3.5	-8.7
Europa e Asia Centrale	-2.1	-4.8	-9.9
Medio Oriente e Nord Africa	-0.7	-2.8	-7.0
Asia Meridionale	-0.6	-2.1	-4.9
Decessi (milioni)	1.4	14.2	71.1

Fonte: Banca Mondiale.

4.4 Proiezione socio-economica dell'attuale condizione italiana

Il primo settore italiano colpito dalla pandemia sarà quello del turismo. Sfortunatamente, la quarantena è stata disposta durante i primi mesi dell'anno e inasprita alla fine di marzo. Anche ipotizzando una riapertura priva di pericoli di contagio all'inizio di maggio, sarebbe certamente troppo tardi. In Italia, che punta sul turismo una grossa fetta del proprio prodotto interno lordo, il procrastinarsi degli effetti negativi sull'economia durerà almeno un intero anno. La riapertura delle attività economiche, infatti, non sarà sufficiente per assicurare il trasferimento dei turisti ed i consueti flussi stagionali di visitatori. Purtroppo, da questa pandemia impariamo ancora una volta che i settori caratterizzati da una componente globale nel loro DNA non possono contare solo sulle proprie forze. La produzione di una ricchezza dal turismo non è dunque soltanto responsabilità dei titolari delle relative attività.

Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic

È possibile quindi riflettere sulle future forme di turismo e sui cambiamenti di questo settore nel prossimo anno. Inoltre, il protrarsi così a lungo di una crisi di settore potrebbe generare effetti di medio periodo sui processi sociali connessi alla sua stagionalità. I macro-scenari ipotizzabili sono due:

- tramite intensi investimenti ed efficienti strategie, sarebbe possibile garantire una pianificazione di marketing che permetta una rapida ripresa del posizionamento turistico della Penisola;
- il posizionamento turistico italiano non tornerà più ad essere quello di prima e gli operatori del settore dovranno immergersi in una nuova dimensione competitiva.

Questo secondo caso è particolarmente interessante per i processi sociali. Potremmo immaginare molti differenti scenari in merito al turismo e agli spostamenti dei flussi di persone per motivi culturali:

- turismo di rete. Quando Second Life iniziò la propria attività, vi erano diverse persone che svolgevano il ruolo di “guide turistiche”. Esperti conoscitori di Second Life indicavano ai visitatori i luoghi di interesse, descrivevano il funzionamento della piattaforma e conducevano le persone alle loro destinazioni. Nonostante vi siano potenti mezzi come Google Maps per visitare un luogo senza esserci effettivamente stati, la guida turistica attuale potrebbe trasformarsi in una guida simile a quelle che si trovavano su Second Life. Coloro che vorranno visitare Venezia ma avranno paura del contagio, potranno richiedere questo servizio alle guide turistiche, che sapranno condurli nel loro viaggio virtuale attraverso le calli e i campi della città;
- fuga di professionisti. I professionisti del turismo conoscono i propri clienti e le lingue che parlano. Ottenuta un’abilitazione in Paesi meno “problematici” a seguito della pandemia, sarebbe semplice per le nostre guide trovare rifugio in altri Stati, gestendo le proprie attività in altre città. In questo caso, sarebbe interessante interrogarsi sulla futura accettazione, da parte di altri luoghi turistici e culturali, di guide italiane;
- soppressione parziale o totale del settore. Sebbene questa sia una possibilità alquanto remota, non sono pochi i settori economici che, con il tempo, si stanno, perciò, orientando verso una conversione del loro *core business* indirizzandosi verso spazi di nicchia .

La cucina italiana non sarà più quella di prima. La ristorazione, infatti, sta subendo delle profonde trasformazioni. Non potendo rimanere aperte ma costituendo una risorsa fondamentale per questo Paese, le attività di ristorazione

si sono attrezzate in tempi rapidi per un servizio che, di fatto, sostituisce il cameriere con il fattorino. Questo cambiamento radicale produrrà due effetti principali:

- aumento senza precedenti e probabilmente non controllato della *gig economy*. Il fenomeno della *gig economy* è la conseguenza della digitalizzazione del mondo, che ha prodotto un intenso aumento dei lavoratori a chiamata e dei professionisti a contratto. La scarsa tutela di queste categorie di lavoratori aiuta le imprese nel raggiungimento del profitto ma complica la gestione del mercato del lavoro, dato che in molti casi è impossibile riconoscere quantitativamente l'apporto lavorativo dei dipendenti. La sostituzione/trasformazione dei camerieri in fattorini delle consegne registrerà quindi una rivoluzione radicale nel concetto di ristorazione e di servizio;
- riduzione della qualità. Il prodotto appena preparato ha una qualità superiore rispetto a quello consegnato dopo qualche tempo, anche se si tratta di pochi minuti. Questa riduzione di qualità dovrà essere considerata in modo molto serio dalle attività di ristorazione che, nel medio periodo, si troveranno ad affrontare una maggiore e soprattutto diversa competizione. Questa arriverà da chi, con maggiore esperienza ed organizzazione nei servizi di consegna, saprà agilmente modificare la propria produzione.

Per quanto riguarda il tessuto sociale in generale, la nostra opinione è che il suo assetto ed i suoi processi non saranno più quelli che conosciamo. Il mondo non sarà più lo stesso, almeno per un lasso di tempo considerevole. Il ritorno ad un'economia reale simile a quella che abbiamo lasciato prima della diffusione di questo virus è una possibilità probabilmente molto remota. La memoria storica, nei prossimi anni, sarà mantenuta grazie alla diffusione della tecnologia, che aiuterà a ricordare le tragiche conseguenze di un'epidemia che si sarebbe potuta prevenire con accorgimenti molto semplici che, come abbiamo visto, da molti anni venivano diffusi nell'ambiente scientifico.

Vi sono lati negativi e positivi nelle conseguenze di una pandemia globale nel Ventunesimo Secolo. Tra quelli positivi possiamo trovare l'avvenuta consapevolezza che il progresso economico non dipende dall'effettiva presenza fisica di una persona in un determinato luogo di lavoro. Questo potrà portare ad una diversa organizzazione del lavoro e all'abbandono di metodi di controllo arcaici (vedi *badge*). L'integrazione della vita professionale e familiare migliorerà la percezione della coscienza delle persone e la considerazione del lavoratore come responsabile della propria condizione di professionista e familiare allo stesso tempo, senza che vi sia la necessità di una netta separazione. Migliorerà la comprensione del ruolo del personale sanitario, dando lo stimolo ad una più

Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic

efficace gestione del servizio ospedaliero, riducendo la connessione iniqua tra i concetti di efficienza e *management* all'interno del settore.

Inoltre, l'informazione subirà un mutamento, poiché la trattazione scorretta di alcune notizie ha prodotto un sentimento di allarme riguardo alla validità e all'affidabilità della rete. Saranno messi in discussione i metodi tramite i quali viene concesso all'utenza del web di seminare notizie e verranno presi provvedimenti più seri al fine di modificare gli algoritmi tramite i quali i motori di ricerca ed i siti divulgativi consentono l'acquisizione delle informazioni. Allo stesso tempo, gli argomenti, le opinioni ed i dibattiti promossi da ricercatori e personale scientifico qualificato guadagneranno un nuovo posto tra il pubblico. Ci pare quanto meno improbabile pensare ad un futuro in cui le questioni sanitarie e la tutela della salute non salgano per lungo tempo al primo posto tra le preoccupazioni dei cittadini.

5 Conclusioni

A poco più di diversi mesi dall'inizio della diffusione del virus Covid-19, responsabile dell'attuale pandemia influenzale, gli effetti sono ancora incerti; ciò lascerà aperto uno spazio per una indagine più accurata e con dati più coerenti. Nonostante questo, grazie alla condizione moderna dell'informazione e alle possibilità che sono garantite dalla rete, l'aggiornamento continuo e la verifica delle condizioni socio-economiche generali è un'attività possibile. In un contesto così complesso, però, fare proiezioni dettagliate sulle condizioni sociali del mondo che troveremo dopo il cessato allarme è piuttosto complicato. Ciononostante, la velocità con cui alcuni settori dell'economia si sono adeguati ai cambiamenti imposti dai decreti del governo italiano (e, ovviamente, dal Covid-19) permette di immaginare che per lungo tempo, a seguito del rientro di una condizione di emergenza, il mondo non sarà più lo stesso di quello che abbiamo lasciato.

Da questa analisi della letteratura riguardo alle pandemie che hanno colpito il mondo durante lo scorso secolo si è constatato che, nonostante gli allerta e i consigli per scongiurare futuri scoppi pandemici fossero stati ampiamente diffusi nei trattati e negli articoli scientifici, il mondo non aveva ancora imparato la lezione. Nonostante i 50 milioni di morti dell'Influenza Spagnola e i più di 2 milioni di morti prodotti dalle successive pandemie, gli avvertimenti non sono stati seguiti, creando le condizioni per un'epidemia che, da alcuni, era stata anche ipotizzata. Sebbene il contagio possa essere arrestato tramite metodi di contenimento coercitivi, la nostra ricerca ha mostrato che i costi di un'epidemia, anche lieve, sono comunque maggiori rispetto ai costi che invece potrebbero essere sostenuti per un programma di prevenzione efficiente.

Le conseguenze di un'epidemia possono essere analizzate da un punto di vista economico e da un punto di vista sociale. In particolare, lo studio deve essere inserito all'interno di una cornice di ampio spettro, figlia di una condizione sociale cangiante e di complessa interpretazione, in cui la globalizzazione e le

trasformazioni dell'Io hanno reso difficile la comprensione di dinamiche sociali prima chiare (Giaccardi, Magatti, 2003). L'ansia generalizzata che segue la diffusione di informazioni, a volte incomplete e sensazionaliste, può condurre a comportamenti che peggiorano lo stato di salute generale. Infatti, la percezione di sintomi e l'erronea attribuzione di tali sintomi all'infezione possono portare ad azioni dannose per la salute della collettività. In un simile contesto, la comunicazione efficace nelle situazioni di crisi deve essere attentamente organizzata allo scopo di promuovere i corretti comportamenti e lo sviluppo di efficaci "subculture adattive" (Frudà, 1997). Ecco perché la riaffermazione della posizione sociologica riguardo alla comunicazione in situazioni di crisi deve riemergere come discussione di primaria importanza all'interno del dibattito sulla risoluzione dell'emergenza (Lombardi, 2005).

Per quanto riguarda la situazione italiana, è logico prevedere un mutamento completo delle condizioni di lavoro in due importantissimi settori: il turismo e la ristorazione. Il turismo, come sta già accadendo, dovrà affrontare un anno molto duro, dato che i provvedimenti relativi all'epidemia sono stati prodotti a partire da quest'anno e intensificati alla fine di marzo. Gli scenari ipotizzati sono due: il primo, moderato, in cui interventi efficaci di marketing possano fare ripartire il sistema del turismo italiano (anche se probabilmente dovremo aspettare il 2022 per avere dati certi); il secondo, più complesso, in cui la trasformazione totale del settore potrà portare ad una ridefinizione delle sue linee guida ovvero al suo abbandono. La ristorazione subirà, come sta già accadendo, dei forti contraccolpi, ai quali sta già reagendo modificando la composizione del suo personale: la trasformazione dei camerieri in fattorini e i problemi connessi alla riduzione della qualità causata da questa condizione dovranno essere valutati a seguito di un ambiente competitivo completamente differente.

Infine, da un punto di vista sociale, il ritorno ad un'economia reale simile a quella che conosciamo è una possibilità che riteniamo alquanto remota. In un quadro già traballante, questo evento ha determinato la fine di questa società globalizzata e del turbocapitalismo? Sebbene anche la definizione stessa del termine globalizzazione sia ancora ampiamente dibattuta (Caselli, Gilardoni, 2018), non lo sappiamo, ma sicuramente il Mondo non sarà più come prima. Il sistema si è trovato impreparato a fronteggiare questa crisi e le sue conseguenze saranno, oltre che di natura sociale, anche di natura squisitamente politica ed economica.

Sebbene i costi per l'avvio di attività economiche saranno maggiori e le condizioni più complesse, alcuni risvolti positivi possono essere identificati. Una ridefinizione del concetto di lavoratore, grazie allo *smart working*, maggiormente connesso tra impegni professionali e familiari. Una rivalutazione del ruolo del personale sanitario e di quello scientifico. Infine, l'aumento dell'interesse per gli aspetti della salute e della sanità e, in particolare, la ridefinizione del concetto di *welfare* realizzata attraverso l'innovazione sociale, il confronto e la co-progettazione (Pavesi, Vincenzo, 2019).

Bibliografia

- [1] Acemoglu, D., Johnson, S., "Disease and Development: The Effect of Life Expectancy on Economic Growth". *Journal of Political Economy* 115 (6): 925-985, 2007.
- [2] Alexander, D.J., "Avian Influenza Viruses and Human Health". *Developments in Biologicals* 124: 77-84, 2006.
- [3] Asmundson, G.J., Taylor, S., "Coronaphobia: Fear and the 2019-nCoV Outbreak". *Journal of Anxiety Disorders* 70: 102196, 2020a.
- [4] Asmundson, G.J., Taylor, S., "How Health Anxiety Influences Responses to Viral Outbreaks like COVID-19: What All Decision-Makers, Health Authorities, and Health Care Professionals Need to Know". *Journal of Anxiety Disorders* 71: 102211, 2020b.
- [5] Bloom, E., De Wit, V., Carangal-San Jose, M.J., *Potential Economic Impact of an Avian Flu Pandemic*. Manila: Economic and Research Department, Asian Development Bank, 2005.
- [6] Brouwers, L., Cakici, B., Camitz, M., Tegnell, A., Boman, M., "Economic Consequences to Society of Pandemic H1N1 Influenza 2009 – Preliminary Results for Sweden". *Eurosurveillance* 14 (37): 1-7, 2009.
- [7] Burns, A., Van der Mensbrugghe, D., Timmer, H., *Evaluating the Economic Consequences of Avian Influenza*. Washington, DC: World Bank, 2006
- [8] Capua, I., Alexander, D.J., "Avian Influenza and Human Health". *Acta Tropica* 83 (1): 1-6, 2002.
- [9] Caselli, M., Gilardoni, G., "Introduction: Globalization between Theories and Daily Life Experiences". In M. Caselli, G. Gilardoni (eds.), *Globalization, Supranational Dynamics and Local Experiences*. Cham: Palgrave Macmillan, pp. 1-40, 2018.
- [10] Cesareo, V., "Introduzione. Identità, relazione e capitale sociale negli scenari del web 2.0". In D. Salzano (a cura di), *L'alchimia relazionale. Capitale sociale e Rete*. Milano: FrancoAngeli, pp. 29-35, 2016.

- [11] Chen, N., Zhou, M., Dong, X., Qu, J., Gong, F., Han, Y. *et al.*, "Epidemiological and Clinical Characteristics of 99 Cases of 2019 Novel Coronavirus Pneumonia in Wuhan, China: A Descriptive Study". *The Lancet* 395: 507-513, 2020.
- [12] Corposanto C., Fotino M. (a cura di), Covid-19. Le parole diagonali della Sociologia, pubblicazione elettronica, The Diagonales, Catanzaro, 2020.
- [13] Cox, N.J., Subbarao, K., "Global Epidemiology of Influenza: Past and Present". *Annual Review of Medicine* 51: 407-421, 2000.
- [14] Cox, N.J., Tambllyn, S.E., Tamc, T., "Influenza Pandemic Planning". *Vaccine* 21 (16): 1801-1803, 2003.
- [15] Einstein, A., *The world as I see it*, New York: Philosophical Library, 1949.
- [16] Fanelli, D., Piazza, F., "Analysis and Forecast of COVID-19 Spreading in China, Italy and France". *Chaos, Solitons & Fractals* 134: 109761, 2020.
- [17] Forbes, K.J. "The Asian Flu and Russian Virus: The International Transmission of Crises in Firm-Level Data". *Journal of International Economics* 63 (1): 59-92, 2004.
- [18] Fornasin, A., Breschi, M., Manfredini, M., "Spanish Flu in Italy: New Data, New Questions". *Le Infezioni in Medicina* 26 (1): 97-106, 2018.
- [19] Frudà, L., "La gestione della comunicazione in situazioni di crisi e di emergenza di massa". *Instrumenta* 3: 951-964, 1997.
- [20] Giaccardi, C., Magatti, M., *L'io globale. Dinamiche della socialità contemporanea*. Roma-Bari: Laterza, 2003.
- [21] Goyal, K., Chauhan, P., Chhikara, K., Gupta, P., Singh, M.P., "Fear of COVID 2019: First Suicidal Case in India!". *Asian Journal of Psychiatry* 49: 101989, 2020.
- [22] Guan, Y., Vijaykrishna, D., Bahl, J., Zhu, H., Wang, J., Smith, G.J., "The Emergence of Pandemic Influenza Viruses". *Protein & Cell* 1 (1): 9-13, 2010.
- [23] Hsieh, Y.-C., Wu, T.-Z., Liu, D.-P., Shao, P.-L., Chang, L.-Y., Lu, C.-Y. *et al.*, "Influenza Pandemics: Past, Present and Future". *Journal of the Formosan Medical Association* 105 (1): 1-6, 2006.

Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic

- [24] Huang, C., Wang, Y., Li, X., Ren, L., Zhao, J., Hu, Y. *et al.*, "Clinical Features of Patients Infected with 2019 Novel Coronavirus in Wuhan, China". *The Lancet* 395: 497-506, 2020.
- [25] Il Sole 24 Ore, *Lab 24*. <https://lab24.ilsole24ore.com/coronavirus/>, 2020.
- [26] Ji, J.S., "Origins of MERS-CoV, and Lessons for 2019-nCoV". *The Lancet. Planetary Health* 4 (3): e93, 2020.
- [27] Jones, J.C., Baranovich, T., Marathe, B.M., Danner, A.F., Seiler, J.P., Franks, J. *et al.*, "Risk Assessment of H2N2 Influenza Viruses from the Avian Reservoir". *Journal of Virology* 88 (2): 1175-1188, 2014.
- [28] Kock, R.A., Karesh, W.B., Veas, F., Velavan, T.P., Simons, D., Mboera, L.E. *et al.*, "2019-nCoV in context: lessons learned?". *The Lancet Planetary Health* 4 (3): e87-e88, 2020.
- [29] Lippi, G., Plebani, M., "Procalcitonin in Patients with Severe Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): A Meta-Analysis". *Clinica Chimica Acta* 505: 190-191, 2020.
- [30] Lombardi, M., *Comunicare nell'emergenza*. Milano: Vita e Pensiero, 2005.
- [31] Magatti, M., *Cambio di paradigma. Uscire dalla crisi pensando il futuro*. Milano: Feltrinelli, 2017.
- [32] Martini, M., Gazzaniga, V., Bragazzi, N.L., Barberis, I., "The Spanish Influenza Pandemic: A Lesson from History 100 Years after 1918". *Journal of Preventive Medicine and Hygiene* 60 (1): e64-e67, 2019.
- [33] McKibbin, W.J., Sidorenko, A., *Global Macroeconomic Consequences of Pandemic Influenza*. Sydney: Lowy Institute for International Policy, 2006.
- [34] Nabel, G.J., Wei, C., Ledgerwood, J.E., "Vaccinate for the Next H2N2 Pandemic Now". *Nature* 471: 157-158, 2011.
- [35] Oh, S.H., Lee, S.Y., Han, C., "The Effects of Social Media Use on Preventive Behaviors during Infectious Disease Outbreaks: The Mediating Role of Self-Relevant Emotions and Public Risk Perception". *Health Communication*: 1-10, 2020.
- [36] Oxford, J., Lambkin, R., Sefton, A., Daniels, R., Elliot, A., Brown, R., Gill, D., "A Hypothesis: The Conjunction of Soldiers, Gas, Pigs, Ducks, Geese and

Horses in Northern France during the Great War Provided the Conditions for the Emergence of the “Spanish” Influenza Pandemic of 1918-1919”. *Vaccine* 23 (7): 940-945, 2005.

[37] Pappas, C., Viswanathan, K., Chandrasekaran, A., Raman, R., Katz, J.M., Sasisekharan, R., Tumpey, T.M., "Receptor Specificity and Transmission of H2N2 Subtype Viruses Isolated from the Pandemic of 1957". *PLoS One* 5 (6): e11158, 2010.

[38] Pavesi, N., Vincenzo, C., *Il welfare responsabile alla prova*. Milano: Vita e Pensiero, 2019

[39] Percoco, M., "Health Shocks and Human Capital Accumulation: The Case of Spanish Flu in Italian Regions". *Regional Studies* 50 (9): 1496-1508, 2015.

[40] Rahmatizadeh, S., Valizadeh-Haghi, S., Kalavani, A., Fakhimi, N., "Middle East Respiratory Syndrome on Health Information Websites: How Much Credible They Are?". *Library Philosophy and Practice*: 2885, 2019.

[41] Rajagopal, S., Treanor, J., "Pandemic (Avian) Influenza". *Seminary in Respiratory Critical Care Medicine* 28 (2): 159-170, 2007.

[42] Vardanega, A., "Trasformazioni nella partecipazione politica e web". In C. Di Marco, F. Ricci (a cura di), *La partecipazione (im)possibile? La democrazia e i suoi percorsi evolutivi*. Torino: G. Giappichelli Editore, 2015.

[43] Wang, H., Wang, Z., Dong, Y., Chang, R., Xu, C., Yu, X. *et al.*, "Phase-Adjusted Estimation of the Number of Coronavirus Disease 2019 Cases in Wuhan, China". *Cell Discovery* 6: 10. 2020.

[44] Wen, J., Aston, J., Liu, X., Ying, T., "Effects of Misleading Media Coverage on Public Health Crisis: A Case of the 2019 Novel Coronavirus Outbreak in China". *Anatolia* 31 (2): 331-336, 2020.

[45] Zandifar, A., Badrfam, R., "Iranian Mental Health during the COVID-19 Epidemic". *Asian Journal of Psychiatry* 51: 101990, 2020.

[46] Zhou, P., Yang, X.L., Wang, X.G., Hu, B., Zhang, L., Zhang, W. *et al.*, "A Pneumonia Outbreak Associated with a New Coronavirus of Probable Bat Origin". *Nature* 579: 270-273, 2020.

Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic

[47] Zhu, N., Zhang, D., Wang, W., Li, X., Yang, B., Song, J. *et al.*, "A Novel Coronavirus from Patients with Pneumonia in China, 2019". *New England Journal of Medicine* 382 (8): 727-733, 2020.

Science & Philosophy, Volume n. 9, Issue n. 2, 2021

Contents

	Papers in the English language		
Natiello	<i>On the relation of free bodies, inertial sets and arbitrariness</i>		7-26
Black	<i>Holographic Universe: Implications for Cancer, Parkinson's, ALS, Autism, ME/CFS</i>		27-46
Sanchez-Martinez	<i>Consciousness, time and science epistemology: an existentialist approach</i>		47-60
Luk	<i>Christianity & Science in Harmony?</i>		61-82
Cuconato	<i>Epistemic logic for metadata modelling from scientific papers on covid-19</i>		83-96
Pagano	<i>Ecological transition and new dwelling paradigms</i>		97-114
Polizzi	<i>An epistemological and bio-physical point of view on complex systems</i>		115-127
Veraldi	<i>Labour, pandemic crisis, and PNRR: preliminary issues</i>		128-136
	Papers in the Italian language		
Fiscaletti	<i>Is a theory of everything possible? Critical reflections and variations on the theme (È possibile una teoria del tutto? Riflessioni critiche e variazioni sul tema)</i>		137-160
Gentili	<i>Network effect and economic development: Towards a link-value theory (Effetto rete e sviluppo economico: per una teoria del valore legame)</i>		161-175
Ungaro	<i>The banality of evil. A review in the light of the affective turn in the social sciences (La banalità del male. Una revisione alla luce dell'affective turn nelle scienze sociali)</i>		176-190
Veraldi	<i>Projection of socio-economic changes following the COVID-19 pandemic (Proiezione dei cambiamenti socioeconomici a seguito della pandemia Covid-19)</i>		191-212

Published by APAV (Accademia Piceno-Aprutina dei Velati in Teramo)