M. Besozzi

Il problema del tempo

Breve storia del significato e della natura del tempo

In copertina: "*L'orologio senza tempo*".

Le immagini sono opera dell'autore o tratte da opere di pubblico dominio e quando opera di terzi vengono riportate con la licenza di distribuzione richiesta. Quest'opera è rilasciata con *Licenza Creative Commons Attribuzione-Non commerciale 4.0 Internazionale*. Per leggere una copia della licenza visita il sito web https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

The images are the work of the author or taken from works in the public domain and when they are work of third parties are reported with the required distribution license. This work is licensed under the *Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License*. To view a copy of this license visit https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/

~~Versione 1.0 (16/01/2018)~~
~~Versione 1.1 (12/03/2018)~~
~~Versione 1.2 (19/12/2018) correzioni minori~~
~~Versione 1.3 (27/03/2020) aggiornati link~~
Versione 2.0 (19/10/2024) aggiornati link, migliorata leggibilità, correzioni al testo

"Tempus item per se non est, sed rebus ab ipsis consequitur sensus..."
(Lucrezio)

INDICE

1.	Prologo	5
2.	Che cos'è il tempo?	9
3.	Dal tempo ciclico al tempo lineare	12
4.	Dal tempo religioso al tempo laico	19
5.	Dal tempo assoluto al tempo relativo	22
6.	Dal tempo filosofico al tempo naturalistico e scientifico	32
7.	Esperienza comune e freccia del tempo	40
8.	Realtà e irrealtà del tempo	46
9.	Epilogo	51
	Indicazioni bibliografiche e siti consultati	55
	Cronologia dei personaggi citati nel testo	60
	Fonti delle frasi citate	64
	Approfondimenti	
	A1. Il Sistema Internazionale di Unità (SI)	68
	A2. Il problema del tempo nel "*Timeo*" di Platone	81
	A3. Il problema del tempo nella "*Fisica*" di Aristotele	83
	A4. Le quattro definizioni di probabilità	92
	A5. Il problema del tempo ne "*Le confessioni*" di Agostino d'Ippona	94
	A6. Calendari terreni e orologio cosmico	104
	A7. Il problema del tempo nella "*Critica della ragion pura*" di Kant	111
	A8. Il tempo secondo Stephen W. Hawking	116
	A9. Il tempo secondo Carlo Rovelli	122

1. Prologo

"Senza un contatto con la scienza l'epistemologia diventa uno schema vuoto. La scienza senza epistemologia, se pure la si può concepire, è primitiva e confusa."
(Albert Einstein)

"Le nostre teorie, anche le più importanti, rimangono sempre supposizioni o congetture. Se siano di fatto vere, questo non possiamo saperlo, né dall'esperienza, né da nessun'altra fonte."
(Karl Popper)

Qualche tempo fa avevo iniziato a riordinare e a rileggere i libri, via via accumulati nel corso degli anni, che trattano il problema del tempo, per tornare a chiarirmi le idee su un tema così affascinante e così difficile.

Avendo riletto per primo il libro sulla longitudine di Dava Sobel [1] - la longitudine ha molto a che fare con il tempo: infatti la si misura con un orologio - mi sono peraltro perso per mesi in questo tema, che mi ha appassionato, e sul quale ho svolto una serie di ricerche e approfondimenti che ho riportato in un ebook intitolato "*Il problema della longitudine*" [2]. Che ha finito, senza volerlo, con il diventare propedeutico a questo ebook sul problema del tempo, per due ragioni:
→ la prima ragione è che vi si trovano prima una serie di premesse e poi una serie di considerazioni sui problemi cognitivi e i problemi epistemologici che stanno alla base delle difficoltà che la mente umana incontra nella comprensione della realtà. Va da sé che queste considerazioni, che si applicano alla longitudine, si applicano ovviamente, se possibile a maggior ragione, anche al tempo, un concetto oltremodo più sfuggente;
→ la seconda ragione è che l'ebook si conclude con il GPS [3], mediante il quale oggi siamo abituati ad ottenere la misura della longitudine [4]. Ma il GPS non è solo un'innovazione tecnologica: il GPS in realtà incarna uno dei più straordinari cambiamenti mai avvenuto nella storia del pensiero umano (e del concetto di tempo), in quanto impiega satelliti sui quali sono installati orologi atomici ai quali sono applicate delle correzioni che tengono conto del fatto che, alla velocità e alla quota alla quale i satelliti si muovono, il tempo scorre in modo differente rispetto a terra.

Le correzioni applicate agli orologi atomici a bordo dei satelliti del GPS corrispondono a quanto

---

[1] Dava Sobel. *Longitudine. La vera storia della scoperta avventurosa che ha cambiato l'arte della navigazione*. RCS Libri, Milano, 2004, ISBN 88-17-11290-9.
[2] *Il problema della longitudine*.
https://play.google.com/books/reader?id=jzBgDwAAQBAJ
[3] Essendo stato il sistema GPS il primo fruibile anche per usi civili, grazie alla liberalizzazione attuata dal Presidente degli Stati Uniti Bill Clinton nel 2000, viene spesso impiegata questa sigla per indicare per antonomasia il sistema Sistema Satellitare Globale di Navigazione (Global Navigation Satellite System, o GNSS). Ma, appunto, si dovrebbe parlare genericamente e più correttamente di GNSS. Uno dei GNSS è appunto il sistema statunitense NAVSTAR Global Positioning System (o GPS). Ma oramai anche nei comuni ricevitori per uso civile si impiega accanto a questo Il sistema GNSS russo (denominato GLONASS), tornato pienamente operativo, dopo un periodo di difficoltà, a partire dal 2012. Il sistema GNSS europeo, denominato Galileo, dovrebbe diventare pienamente operativo entro il 2019. Mentre la Cina vorrebbe rendere globale il suo sistema Beidou, e l'India sta sviluppando un suo sistema denominato IRNSS.
[4] E, ovviamente non va dimenticato, della longitudine e dell'altitudine.

previsto dalla teoria della 'relatività speciale' e dalla teoria della 'relatività generale' di Einstein [5]. Una spiegazione concisa degli effetti relativistici si trova in Intini [6], e l'ho riportata a conclusione dell'ebook sulla longitudine [7]:
"*In accordo con la teoria della relatività speciale, un orologio in moto con una certa velocità appare ad un osservatore procedere più lentamente di uno identico che sia invece fermo rispetto a questi; questo effetto è noto con il nome di dilatazione degli intervalli temporali [primo effetto].*
Un rallentamento del ritmo con cui è segnato il tempo è previsto anche nell'ambito della teoria della relatività generale per un orologio che sia immerso in un campo gravitazionale che ne subisca l'effetto, ed esso è tanto più manifesto quanto più intenso è il campo gravitazionale. Nel caso in esame [del GPS], sia gli orologi delle stazioni a terra che quelli sui satelliti del GPS subiscono un rallentamento ad opera del campo gravitazionale terrestre, ma l'effetto risulta maggiore per gli orologi che sono a terra e minore per quelli che sono in orbita [secondo effetto].
Tenendo conto del fatto che i satelliti del GPS orbita intorno alla Terra ad un'altitudine di 20.184 km e con una velocità di 3,87 km/s, in riferimento al primo effetto un orologio bordo di un satellite mostra un ritardo di 7 microsecondi al giorno se paragonato con uno a terra. In riferimento all'effetto gravitazionale [secondo effetto] l'orologio sul satellite appare procedere più velocemente di uno a terra e mostra un anticipo rispetto ad esso di 45 microsecondi al giorno. L'effetto netto è un anticipo del tempo segnato dall'orologio sul satellite rispetto a quello della stazione a terra di 38 microsecondi ogni giorno ... Per ovviare a questo inconveniente agli orologi [installati sui satelliti] viene fornita ... una "controvelocità" di bilanciamento In modo tale che appaiono procedere con lo stesso ritmo di quelli delle stazioni a terra".

È stata quindi la teoria della relatività, una teoria che spiazza il senso comune, ma che ha trovato conferme a partire dal livello cosmologico fino alla necessità pratica di correggere gli orologi del GPS, e che ha confermato, come dice Carlo Rovelli, che la realtà non è come ci appare [8], a rilanciare il tema del tempo che ai primi del '900 si trovava oramai, in campo filosofico, sostanzialmente a un punto morto. Con questo, come dice Paolo Taroni, "*... il secolo XX ha rivoluzionato le indagini sul significato e sulla natura del tempo, e ha coinvolto pressoché tutti i pensatori e scienziati del secolo*" [9].

La rivoluzione del XX secolo ha portato a compimento quella alla quale Galileo [10], cinquecento anni prima, aveva dato il via [11]. Per oltre quindici secoli la fisica era stata il dominio della visione aristotelica del mondo. Che, come ricorda Kuhn [12], si era imposta essendo la più vicina ad una concezione primitiva del mondo, basata sull'evidenza ricavata dalla pura e semplice percezione sensoriale [13]. In base alla pura e semplice percezione sensoriale è "evidente" che un corpo

[5] Albert Einstein (Ulm, 14 marzo 1879 - Princeton, 18 aprile 1955).
[6] Francesca Intini. *Il tempo sui satelliti del GPS e l'effetto Sagnac*. In: Franco Selleri (a cura di). *La natura del tempo*. Edizioni Dedalo, Bari, 2002, ISBN 978-88-220-6251-2.
[7] *Il problema della longitudine*, p.77.
[8] Carlo Rovelli. *La realtà non è come ci appare. La struttura elementare delle cose*. Raffaello Cortina, Milano, 2014, ISBN 978-886030-641-8.
[9] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo. Il concetto di tempo nella storia del pensiero occidentale*. Mimesis Edizioni, Milano-Udine, 2012, ISBN 978-88-5751-453-6, p. 23.
[10] Galileo Galilei (Pisa, 15 febbraio 1564 - Arcetri, 8 gennaio 1642).
[11] *Il problema della longitudine*, pp. 23-33.
[12] Thomas Samuel Kuhn (Cincinnati, 18 luglio 1922 - Cambridge, 17 giugno 1996).
[13] Thomas S. Kuhn. *La rivoluzione copernicana. L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale.* Giulio Einaudi editore, Torino, 1972, ISBN 88-06-33332-1, p. 127.

pesante cade a terra più velocemente di un corpo leggero, che un corpo rimane in movimento solamente se su di esso continua ad agire una forza, che la Terra è immobile, che la volta celeste le ruota attorno, che Sole, Luna e pianeti ruotano attorno alla Terra spostandosi sulla volta celeste. Ma tutte queste conclusioni sono sbagliate. Galileo demolisce la fisica aristotelica (e la cosmologia tolemaica): la realtà non è come ci appare. E Newton [14] con la teoria della gravitazione universale completa questa prima fase di cambiamento nella visione del mondo. Tuttavia, come vedremo più avanti, nessuno dei due si avventura in una analisi del tempo, che viene assunto come realtà fisica evidente e autoconsistente. Saranno solamente gli sviluppi della fisica durante il XIX secolo a creare le condizioni per la rivoluzionaria revisione critica del concetto di tempo legata alla teoria della relatività, all'inizio del '900.

Nonostante questo per orientarmi sul tema ho dovuto necessariamente ripartire dalla filosofia, in quanto fornisce la base storica di tutte le riflessioni sul tempo:
"*Nella storia della filosofia si è passati da posizioni di negazione radicale della realtà del tempo, a concezioni in cui il tempo viene totalmente assorbito nella realtà del soggetto, fino ad altre, contrarie, in cui si riduce tutto ciò che esiste all'essere del tempo.*
È utile distinguere fra il tempo come realtà oggettiva esistente (o meno) nella natura e nel mondo esterno e l'idea di tempo che gli uomini si sono creati. Probabilmente – come suggerisce uno dei più grandi studiosi del tempo – «in origine l'idea di tempo non era niente di più di una consapevolezza del ritmo del giorno e della notte, delle stagioni, degli anni che si susseguono uno dopo l'altro. L'idea di tempo vera e propria nacque probabilmente dopo, forse dalla comprensione che la vita è un inevitabile passaggio dalla nascita alla morte».
Solo in seguito alla sviluppo delle civiltà il concetto di tempo acquisì diversi significati, variabili secondo l'epoca, il luogo, la cultura. Quel che è certo, dunque, è che, fin dalla sue origini nella metafisica occidentale, il tempo ha costituito il centro attorno al quale è ruotata tutta la questione dell'essere: esistenza e natura del tempo, percezione e conoscenza del tempo sono tra gli elementi chiave della riflessione filosofico-scientifica occidentale.
Gli studiosi dei campi più disparati, con differenti approcci e concezioni profondamente diversi hanno trovato un terreno fertile di ricerca ... Filosofia ed epistemologia, scienze fisiche e biologiche, sociologia e psicologia hanno proposto risposte differenti, spesso antitetiche, a volte senza prendere reciprocamente in considerazione i rispettivi risultati. Dalla natura del tempo si passa al concetto di tempo filosofico diverso da un tempo fisico e biologico e questo, ancora, differente da quelli psicologico e sociale; tanto che sembra di poter pensare a realtà differenti chiamate sempre con lo stesso nome: "tempo".
In effetti, attualmente, molti studiosi parlano di un tempo della fisica, un tempo della biologia, un tempo della psiche (a cui si può aggiungere perlomeno un tempo della società), ma – ci si può chiedere – esiste anche un tempo dei filosofi? Se oggi del tempo si possono perfettamente occupare gli scienziati dei diversi settori, le teorie filosofiche sul tempo costituiscono comunque la base sulla quale le differenti analisi trovano fondamento. Se anche non avesse più senso, dunque, parlare di tempo dei filosofi, rimane ugualmente utile ricostruire la storia del concetto" [15].

Ripercorrere i 25 secoli di storia del concetto di tempo nel pensiero filosofico occidentale, dall'antica Grecia ai tempi nostri, aiuta a capire quanto la visione del problema sia cambiata, e quale sia l'importanza della sinergia tra scienza e filosofia della scienza che anche Einstein, come si ricava dal motto che apre questo capitolo, riteneva cruciale.

---

[14] Isaac Newton (Woolsthorpe-by-Colsterworth, 25 dicembre 1642 - Londra, 20 marzo 1727).
[15] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 18-22.

Dopo la domanda di apertura, ineluttabile, "*Che cos'è il tempo?*", quattro capitoli intitolati riespettivamente
→ *Dal tempo ciclico al tempo lineare*
→ *Dal tempo religioso al tempo laico*
→ *Dal tempo assoluto al tempo relativo*
→ *Dal tempo filosofico al tempo naturalistico e scientifico*
ripercorrono lo sviluppo storico del concetto di tempo dall'antica Grecia al '900, mentre i successivi due capitoli, "*Esperienza comune e freccia del tempo*" e "*Realtà e irrealtà del tempo*", riportano il dibattito attuale, a cavallo tra scienza e filosofia della scienza.

Queste pagine sul tempo, risultato del tentativo di rimettere ordine nelle mie idee sull'argomento, sono ispirate all'intento socratico di ricercare e non di affermare: per questa ragione vi si trovano in continuazione riferimenti a – e citazioni di – frasi, idee, concetti, opere e brani di autori che all'argomento hanno dedicato particolare attenzione. Lo scritto è suddiviso in un testo e alcuni approfondimenti, in modo tale che questi, a proprio piacimento, (i) possono essere saltati, limitandosi a seguire lo sviluppo storico-logico del concetto di tempo presentato nel testo, oppure (ii) possono essere letti separatamente e singolarmente al termine laddove si sia interessati ad aspetti specifici, o ancora (iii) possono essere letti subito intercalati nel testo.

_____

2. Che cos'è il tempo?

"*Cos'è dunque il tempo? Se nessuno m'interroga, lo so; se volessi spiegarlo a chi m'interroga, non lo so.*"
(Agostino d'Ippona)

"Ma qualcosa intravediamo, del mistero del tempo."
(Carlo Rovelli)

Sono partito dalla domanda di Agostino in quanto nessuno dopo lui ha saputo riportare in modo così conciso ed efficace l'impatto con il problema del tempo. Il **tempo dell'esperienza**, intuitivo ("*Se nessuno m'interroga lo so...*") e il **tempo fisico**, intangibile e inafferrabile ("*... se volessi spiegarlo ... non lo so*"). Alla domanda filosofica, posta da Agostino [16], si può fornire una risposta scientifica, brevissima:

"*il tempo è la grandezza fisica misurata in secondi*"

precisando che "*il secondo è la durata di 9 192 631 770 periodi della radiazione corrispondente alla transizione tra due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo del cesio 133*" [17].

Questa è la definizione metrologica del tempo data dal Sistema SI [18].

Non sarebbe molto diverso rispondere alla domanda con la definizione operativa [19] del tempo:

"*il tempo è la grandezza fisica che si misura con un orologio mediante una specifica procedura*".

Ecco che cosa ci dice Poincaré [20], il grande scienziato francese, a proposito del concetto di forza, nel suo famoso libro "*La scienza e l'ipotesi*" [21]:
"*L'accelerazione di un corpo è uguale alla forza che agisce su di esso divisa per la sua massa.*
Può questa legge essere verificata dall'esperienza? A tal fine si dovrebbero misurare le tre grandezze che figurano nell'enunciato: accelerazione, forza e massa.
Concedo che sia possibile misurare l'accelerazione, dal momento che sorvolo sulla difficoltà

[16] Aurelio Agostino d'Ippona (Aurelius Augustinus Hipponensis; Tagaste, 13 novembre 354 - Ippona, 28 agosto 430).
[17] "*The second is the duration of 9 192 631 770 periods of the radiation corresponding to the transition between the two hyperfine levels of the ground state of the caesium 133 atom*". SI Brochure: *The International System of Units (SI)* [8th edition, 2006; updated in 2014].
https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/
[18] Il Sistema SI è nato per consentire, per il tempo e le altre grandezze fisiche, di pervenire ad una immediata comprensione, in qualsiasi Paese, della espressione dei risultati di una misura. Vedi A1 - *Il Sistema Internazionale di Unità (SI)*.
[19] La definizione operativa di una grandezza fisica prevede appunto: (i) la descrizione degli strumenti necessari e (ii) la descrizione della procedura da impiegare per effettuare la misura.
[20] Jules Henri Poincaré (Nancy, 29 aprile 1854 - Parigi, 17 luglio 1912).
[21] Jules-Henri Poincaré. *La scienza e l'ipotesi*. Bompiani/RSC Libri, Milano, 2012, ISBN 978-88-452-9236-1, pp. 152-155.

derivante dalla misura del tempo. Ma come misurare la forza, o la massa? Non sappiamo neanche cosa siano.
Che cos'è la massa? È, risponde Newton. il prodotto del volume per la densità. – Sarebbe meglio dire, ribattono Thomson e Tait, che la densità è il quoziente della massa per il volume. – Che cos'è la forza? È, risponde Lagrange, una causa che produce il movimento di un corpo o che tende a produrlo. – È, poi dirà Kirchhoff, il prodotto della massa per l'accelerazione. Ma allora perché non dire che la massa è il quoziente della forza per l'accelerazione?
Queste difficoltà sono inestricabili.
Quando si dice che la forza è la causa di un movimento, si fa della metafisica, e tale definizione, se ce ne dovessimo accontentare, sarebbe assolutamente sterile. Per poter servire a qualcosa, una definizione deve insegnarci a misurare la forza; è tutto quello di cui c'è bisogno; non è affatto necessario che la definizione ci insegni ciò che la forza è in sé, né se essa è la causa o l'effetto del movimento" [22].

Parafrasando Poincaré e sostituendo alla grandezza fisica "*forza*" la grandezza fisica "*tempo*" potremmo anche affermare che:
"*Quando si dice che ~~la forza è la causa di un movimento~~ il tempo scorre, si fa della metafisica, e tale definizione, se ce ne dovessimo accontentare, sarebbe assolutamente sterile. Per poter servire a qualcosa, una definizione deve insegnarci a misurare ~~la forza~~ il tempo; è tutto quello di cui c'è bisogno; non è affatto necessario che la definizione ci insegni ciò che ~~la forza~~ il tempo è in sé*".

Come vedremo più avanti la scienza ha fatto uscire il tempo dalla metafisica imparando a misurarlo. È bastato fare questo per non perdersi più nell'argomento del "*cosa è il tempo in sé*": che invece è proprio quello che interessava ad Agostino.

Quello di Agostino è un tempo lineare, incluso tra due punti: un inizio, rappresentato dalla creazione del cielo e della Terra, e una fine del mondo, con la salvezza (o la dannazione) delle anime e la vita eterna. La sua filosofia ha un fondamento religioso e mistico, ma mette in rilievo quella che oggi sappiamo essere una delle dimensioni fondamentali del tempo, la dimensione psicologica. E la sua domanda e la sua analisi del tempo toccano molti punti che diventeranno temi di riflessione nella filosofia a lui successiva. Per converso la scienza, dicendo come si definisce e come si misura il tempo, non ci dice nulla né sulla sua dimensione psicologica, né tanto meno su quella che pare essere l'ossessione di tutti i filosofi, la sua "*essenza*": che cosa è "*in sé*" il tempo.

---

[22] "*L'accélération d'un corps est égale à la force qui agit sur lui divisée par sa masse.*
Cette loi peut-elle être vérifiée par l'expérience? Pour cela, il faudrait mesurer les trois grandeurs qui figurent dans l'énoncé: accélération, force et masse.
J'admets qu'on puisse mesurer l'accélération, parce que je passe sur la difficulté provenant de la mesure du temps. Mais comment mesurer la force, ou la masse? Nous ne savons même pas ce que c'est.
Qu'est-ce que la masse? C'est, répond Newton, le produit du volume par la densité. - Il vaudrait mieux dire, répondent Thomson et Tait, que la densité est le quotient de la masse par le volume. - Qu'est-ce que la force ? C'est, répond Lagrange, une cause qui produit le mouvement d'un corps ou qui tend à le reproduire. - C'est, dira Kirchhoff, le produit de la masse par l'accélération. Mais alors, pourquoi ne pas dire que la masse est le quotient de la force par l'accélération?
Ces difficultés sont inextricables.
Quand on dit que la force est la cause d'un mouvement, on fait de la métaphysique, et cette définition, si on devait s'encontenter, serait absolument stérile. Pour qu'une définition puisse servir à quelque chose, il faut qu'elle nous apprenne à mesurer la force; cela suffit d'ailleurs, il n'est nullement nécessaire qu'elle nous apprenne ce que c'est que la force en soi, ni si elle est la cause ou l'effet du mouvement."

Tuttavia sarà paradossalmente proprio la capacità di **misurare il tempo,** un fatto tecnico e che in quanto tale molti filosofi hanno considerato con disprezzo [[23]], a fornire nel XX secolo la base per le riflessioni che hanno determinato la rivoluzionaria irruzione della scienza nel campo della filosofia del tempo.

---

[23] Vedasi ad esempio al capitolo 6 - *Dal tempo filosofico al tempo naturalistico e scientifico* quanto affermava Benedetto Croce.

3. Dal tempo ciclico al tempo lineare

"P*erché il tempo fosse generato, furono generati il sole, la luna, e altri cinque astri che si chiamano pianeti, per distinguere e custodire i numeri del tempo.*"
(Platone)

"*Per questo sembra che il tempo sia il movimento della sfera, perché grazie ad esso sono misurati gli altri movimenti, e perfino il tempo è misurato dal medesimo movimento. E ciò dà ragione a questo comune modo di dire: gli eventi umani sono ciclici, e <non solo essi>, ma anche la generazione e la corruzione di altri esseri dotati di moto naturale.*"
(Aristotele)

Per continuare è utile fare un passo indietro, a centinaia di anni **a.e.v.** [24], ripartendo dall'antica Grecia, e più precisamente dalla mitologia narrata da Esiodo [25] nella sua "*Teogonia*" [26]:

"*E nacque dunque il Càos primissimo; e dopo, la Terra*
dall'ampio seno ...

La Terra generò primamente, a sé simile, Urano
tutto cosperso di stelle, che tutta potesse coprirla ...

Poi, con Urano giaciuta, generò l'Ocèano profondo.
e Coio, Crio, Giapèto, Mnemòsine, Tèmide, Rea,
Iperïone, Tea, l'amabile Tètide, e Febe
dalla ghirlanda d'oro. Dopo essi, il fortissimo Crono
venne alla luce, di scaltro consiglio, fra tutti i figliuoli
il più tremendo; e d'ira terribile ardea contro il padre...

E Rea, congiunta a Crono, die' a luce bellissimi figli,
Istia, Demètra, ed Era, la Diva dall'aureo calzare,
Ade ch'à sotto la terra la casa, dall'animo forte,
cuore spietato, ed Enosigèo che profondo rimbomba,
e Giove, saggia mente, degli uomini padre e dei Numi,
sotto il cui tuono tutta si scuote l'ampissima terra.

---

[24] "**a**nte **e**ra **v**ulgaris". L'espressione "era volgare" compare per la prima volta in un'opera di Keplero del 1615: "*Joannis Keppleri Eclogae Chronicae: Ex Epistolis Doctissimorum Aliquot Virorum & Suis Mutuis, Quibus Examinantur Tempora Nobilissima: 1. Herodis Herodiadumque, 2. Baptismi & Ministerii Christi Annorum Non Plus 2 1/4, 3. Passionis, Mortis Et Resurrectionis Dn. N. Iesu Christi, Anno **Aerae** Nostrae **Vulgaris** 31. Non, Ut Vulgo 33., 4. Belli Iudaici, Quo Funerata Fuit Cum Ierosolymis & Templo Synagoga Iudaica, Sublatumque Vetus Testamentum. Inter Alia & Commentarius in Locum Epiphanii Obscurissimum De Cyclo Veteri Iudaeorum. Francofurti, 1615*". ETH-Bibliothek Zürich, Rar 6534. Il grassetto è mio, non compare nel testo originale.
https://www.e-rara.ch/zut/doi/10.3931/e-rara-25830
[25] Esiodo (Ἡσίοδος, Hēsíodos; Ascra, VIII secolo a.e.v. - VII secolo a.e.v.).
[26] Esiodo. *La Teogonia*. Traduzione dal greco di Ettore Romagnoli (1929). Versione in ebook su Wikisource.
https://it.wikisource.org/wiki/Opera:Teogonia

Ma l'inghiottiva, come ciascuno dall'utero sacro
su le ginocchia della sua madre cadesse, il gran Crono,
che questo in mente aveva, che niun dei mirabili Uràni
fra gl'Immortali avesse l'onore del regno: ché aveva
saputo dalla Terra, da Urano fulgente di stelle,
ch'era per lui destino soccombere al proprio figliuolo.
Per questo, ad occhi chiusi non stava: vegliava; ed i figli
suoi divorava. E Rea si struggea d'amarissima doglia.
Ma quando essa alla luce già stava per dar Giove, padre
degli uomini e dei Numi, rivolse la prece ai diletti
suoi genitori, a Urano coperto di stelle, ed a Terra,
perché d'accordo il modo trovassero ch'ella il suo parto
nascondere potesse...".

Figlio di Urano, il Cielo, e di Gaia, la Terra, **Kronos** [*Κρόνος*], congiuntosi a Rea, divora i propri figli per opporsi alla profezia che lo vuole spodestato da uno di loro: cosa che in effetti accadrà ad opera di Giove, come testimoniato anche nell'Iliade di Omero, contemporanea della Teogonia. Basta il cambio di una lettera per avere **chronos** [*Χρόνος*], il tempo, che indica il passare, il trascorrere, che procede dal passato al futuro e conduce al divenire e (reminiscenza del mito di *Kronos* divoratore dei suoi figli) al perire. E *cronos* è anche il tempo-successione che permette di numerare, un tempo che rimanda alla quantità. Un tempo diverso da **aiòn** [*Αἰών*], il tempo inteso inizialmente come vita (nell'Iliade, *aiòn* abbandona il corpo quando l'uomo muore) e solo successivamente (a dimostrazione del fatto che le parole hanno significati fluidi, che cambiano nel tempo) inteso come tempo senza limiti, che non inizia e non cessa, perfetto, assoluto, eterno [[27]].

Una terza espressione per il tempo è rappresentata dal "*... temine **kairòs** [Καιρός] che, dopo Aristotele, viene di fatto a coincidere nel significato con quello di chronos ... [ed] esprime – come è noto – l'idea di unione armonica, di misura giusta, conveniente, a un momento determinato che è l'occasione per qualcosa di rilevante; il conveniente è ciò che è opportuno, il giusto punto; quindi diviene anche il tempo giusto, opportuno, adatto, il momento giusto, l'occasione, il tempo che rende concreta ed efficace l'azione*" [[28]].

"*Il termine **eniautòs**, infine, rappresenta l'ultimo termine con cui i greci esprimono le loro concezioni del tempo. Non si tratta di un tempo che precede rettilineo, ma di un tempo che si muove circolarmente, in cui si gira e ci si ritrova sempre – secondo il fortunato concetto di "eterno ritorno" – al punto di partenza, in un continuo rinnovarsi di periodo in periodo, di circolo in circolo. È il tempo che, diversamente dal chronos che conduce al perire e alla morte, rimanda alla continua rinascita delle stagioni, del ciclo del giorno e della notte e, in generale, dei cicli della natura (con le diverse stagioni per l'aratura, la semina, la raccolta, che ritornano regolari). Eniautòs indica il ripetersi degli accadimenti nel corso delle stagioni e degli anni. Sono i periodi di di rivoluzione degli astri e di tutti i corpi celesti*" [[29]].

Le prime testimonianze filosofiche del termine **chronos** risalgono alla scuola di Mileto, e quindi a

[27] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 34-36.
[28] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 39.
[29] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 41.

Talete [30] e Anassimandro [31]. Eraclito [32] identifica tutta la realtà con la temporalità,: le cose sono perché divengono, e mutano continuamente. Da Eraclito in poi si parla del tempo come della corrente di un fiume, nel quale non ci si può bagnare due volte nella medesima acqua. Parmenide [33] nega il divenire, dichiara la rappresentazione del cambiamento e del movimento una illusione dei sensi, e ritiene errata la comune maniera di pensare che ammette il nascere e il perire e quindi il tempo. Per Melisso di Samo [34], discepolo di Parmenide, l'essere è infinito ed eterno, essendo nel passato, nel presente e nel futuro. Per Democrito [35] oltre ad atomi indivisibili di materia, esistono anche particelle indivisibili di tempo, impercettibili ai sensi. Infine Antifonte sofista [36] insiste sulla legge fondamentale del tempo, cioè sulla sua irreversibilità [37].

Platone affronta il problema del tempo nel dialogo *Timeo* [38].

Come noto per Platone [39] il "vero" risiede nel **mondo delle idee**, incorruttibile ed eterno. E solo "l'è", l'eterno presente, si addice alla natura eterna e incorruttibile del mondo delle idee [40]. La creazione ha generato, imperfetto e corruttibile, il **mondo sensibile**, che contiene una immagine mobile dell'eternità: il tempo. Ed è proprio a causa del tempo che al mondo sensibile, il mondo imperfetto del divenire, del mutare, del nascere e morire, si addicono "l'era" e il "sarà". Per generare il tempo, insieme al cielo sono stati generati il sole, la luna e cinque astri che, con i loro cicli, con il loro eterno ritorno, scandiscono senza fine il tempo, proiettando sul mondo sensibile un'immagine, anche se sbiadita, dell'eternità.

E il grande orologio cosmico, che scandisce senza fine un tempo ciclico, rivestirà un ruolo centrale nella successiva storia del pensiero occidentale. Come ci ricorda Carlo Rovelli [41]:
"*La grande idea pitagorica che il mondo possa essere descritto in termini matematici sarà ripresa, ampliata e possentemente propagandata da Platone, che ne farà uno dei suoi pilastri della Verità ...*
Ancora venti secoli più tardi, la scoperta galileiana delle prime leggi del moto che valgono sulla Terra, che dà inizio alla fisica matematica moderna, è direttamente motivata dalla fiducia nel programma pitagorico-platonico di cercare la verità matematica nascosta dietro le cose. Galileo fa esplicito riferimento a Platone come fonte di quest'idea. In misura non trascurabile, l'intera scienza occidentale, si può dire, è una realizzazione del programma anassimandreo-pitagorico-platonico di cercare le leggi, e in particolare le leggi matematiche, nascoste dietro le apparenze.

[30] Talete di Milèto (Θαλῆς, Thalês; Mileto, 640-625 a.e.v. - 547 a.e.v. circa).
[31] Anassimandro (Ἀναξίμανδρος, Anaxímandros; Mileto, 610 a.e.v. circa - 546 a.e.v. circa).
[32] Eraclito di Efeso (Ἡράκλειτος, Hērákleitos; Efeso, 535 a.e.v.. - Efeso, 475 a.e.v.).
[33] Parmènide di Elea (Παρμενίδης, Parmenídēs; Elea, 515-510 a.e.v. o 544-541 a.e.v. - 450 a.e.v).
[34] Melisso di Samo (470 a.e.v. circa - ?).
[35] Democrito (Δημόκριτος, Dēmókritos; Abdera, 460 a.e.v. - 370 a.e.v. circa).
[36] Antifonte (Ἀντιφῶν, Antifòn; Atene, 480 a.e.v. circa - Atene, 410 a.e.v. circa).
[37] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 41-60.
[38] Vedi A2 - *Il problema del tempo nel "Timeo" di Platone*.
[39] Platone (Πλάτων, Plátōn; Atene, 428-427 a.e.v. - Atene, 348-347 a.e.v.).
[40] Dirà Agostino nelle *Confessioni* (11.13):"*... nell'eternità nulla passa, ma tutto è presente, a differenza del tempo, mai tutto presente*".
[41] Carlo Rovelli. *Che cos'è la scienza. La rivoluzione di Anassimandro*. Mondadori Education, Milano, 2001, ISBN 978-88-6184-075-1, pp. 60-61.

Ma, prima di diventare legge matematica, l'idea di legge che governa in modo necessario i fenomeni naturali, del tutto assente nei secoli precedenti, nasce a Mileto e con ogni probabilità nel pensiero di Anassimandro.
I Greci cercano queste leggi nei secoli successivi e ne troveranno molte. Per esempio troveranno le leggi matematiche che guidano il movimento dei pianeti nel cielo. Galileo, motivato dalla sua fede nel programma di Anassimandro, Pitagora e Platone, cercherà e troverà anche le leggi matematiche che governano il moto dei corpi sulla Terra. E Newton mostrerà che le leggi del cielo e quelle sulla Terra sono le stesse".

La versione "classica" della matematizzazione del movimento del Sole, della Luna e dei pianeti rispetto alle stelle fisse [42] arriverà al suo punto più alto con la pubblicazione sotto la direzione di Nevil Maskelyne [43] nel 1766 del "*Nautical almanac and astronomical ephemeris*" [44]. La pubblicazione continuerà fino al 1959, e consentirà quindi per ben due secoli di determinare la longitudine volgendo gli occhi al cielo, leggendo, letteralmente, l'ora dal grande orologio cosmico [45], per la gioia di Platone.

L'altra grande testimonianza dei problemi che l'idea di tempo suscita nel pensiero dei filosofi greci ce la fornisce Aristotele [46].

Aristotele tratta dei problemi del tempo nei capitoli da 10 a 14 del IV libro della Fisica [47].

Aristotele dichiara subito in modo molto chiaro quale è il suo programma:
(i) capire se il tempo deve essere inserito nel novero delle cose esistenti o in quello delle cose inesistenti;
(ii) comprendere di che natura esso sia.

Quindi individua un complesso di aporie che riguardano il tempo, che sono a suo dire le stesse nelle quali si era imbattuta la tradizione (e questo a conferma di quanto il tema fosse stato ampiamente dibattuto prima di lui). La prima conclusione importante cui arriva, al termine del capitolo 11, è che "*... il tempo è il numero del movimento secondo il prima e il poi*". Che non è altrettanto lucida quanto il programma che si era riproposto. La definizione del tempo fornita da Aristotele infatti sembra proprio essere circolare, come la definizione classica di probabilità [48]: il

[42] Cioè la versione basata sulla meccanica celeste newtoniana. Quella "moderna", relativistica, arriverà al suo apogeo duecento anni dopo, quando il GPS sostituirà le tavole delle effemeridi.
[43] Nevil Maskelyne (Londra, 6 ottobre 1732 - Greenwich, 9 febbraio 1811), fu il quinto astronomo reale dal 1765 al 1811.
[44] A titolo di esempio e documentazione si riporta il link all'almanacco nautico e delle effemeridi per il 1845. *The nautical almanac and astronomical ephemeris for the year 1845. Published by the order of the Lords Commissioners of the Admiralty*. London, John Murray, 1841.
https://books.google.it/books?id=Emw7AQAAIAAJ
[45] *Il problema della longitudine* (il tema è trattato in particolare nei capitoli 6 e 7).
[46] Aristotele (Ἀριστοτέλης, Aristotélēs; Stagira, 384 o 383 a.e.v - Calcide, 322 a.e.v.).
[47] Vedi A3 - *Il problema del tempo nella "Fisica" di Aristotele*.
[48] La definizione classica di probabilità "*La probabilità è il rapporto fra il numero di eventi favorevoli e il numero di eventi possibili, essendo questi ultimi tutti equiprobabili*" contiene un vizio logico, in quanto la probabilità viene utilizzata per definire sé stessa. Ovviamente il problema è stato poi successivamente

tempo è infatti definito tramite "il prima" e "il poi", che a loro volta però sono definiti tramite il tempo. L'analisi del problema è improntata alla classica dialettica aristotelica, con il suo glossario elaborato e con il continuo incalzare dei sillogismi. Che sono poi gli elementi alla base del successo secolare delle sue dottrine, successo basato molto sulla forma, meno sulla sostanza. Ma, dati i tempi, probabilmente non si poteva fare di meglio. Dopo avere spiegato che il tempo esiste, e che cosa esso sia, Aristotele esprime la convinzione che "*il tempo sia il movimento della sfera, perché grazie ad esso sono misurati gli altri movimenti, e perfino il tempo è misurato dal medesimo movimento. E ciò dà ragione a questo comune modo di dire: gli eventi umani sono ciclici, e <non solo essi>, ma anche la generazione e la corruzione di altri esseri dotati di moto naturale*".

Nell'età ellenistica Epicuro [49] conclude per "*l'esistenza di un tempo come attributo della realtà che può essere concepito dal pensiero, ma che non è una sostanza materiale intesa come gli atomi che compongono la realtà*" [50] mentre per lo stoico Crisippo [51] "*esiste davvero solo il tempo presente: il passato e il futuro ci sono, ma non sussistono attualmente*" [52].

All'interno della cultura della Roma imperiale, Lucrezio [53] sintetizza in modo mirabile la concezione epicurea del tempo in contrapposizione a quella aristotelica e stoica:
"*Il tempo di per sé non esiste, ma è dalle cose stesse*
che si ricava l'idea di ciò che è oramai finito nel passato
delle cose presenti e di quelle che seguiranno.
Né qualcuno può farsi un'idea del tempo
separatamente dal moto o dalla placida quiete delle cose" [54].

Già i romani sostituiscono il tempo ciclico con un **tempo lineare**, che inizia a partire dalla data della fondazione di Roma. Anche per il cristianesimo, che si sviluppa all'interno della cultura romana, il tempo (storico) è lineare. Inizia con la Creazione, ma a differenza dei romani prevede una fine. La fine del tempo coincide con la fine del mondo e il Giudizio universale, con il Paradiso per gli eletti e l'Inferno per i dannati. Nel libro dell'Apocalisse si legge: "*Io sono l'Alfa e l'Omega, il Principio e la Fine*". Il tempo (storico) dei cristiani quindi (i) ha un inizio, (ii) ha una fine, e per di più (iii) ingloba all'interno di un tempo lineare il tempo ciclico degli antichi sotto forma del ritorno, ogni anno, delle medesime feste e liturgie religiose [55].

È in questo contesto che con il neo-platonismo di Plotino [56], che riprende la definizione platonica del tempo come immagine dell'eternità, si conclude l'antichità [57]. E Agostino, erede del neo-

---

risolto, definendo in altro modo la probabilità, vedi A4 - *Le quattro definizioni di probabilità*.
[49] Epicuro (Ἐπίκουρος, Epíkouros; Samo, 10 febbraio 342 a.e.v. - Atene, 270 a.e.v.).
[50] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 87.
[51] Crisippo di Soli (Χρύσιππος ὁ Σολεύς; Soli, 281-277 a.e.v. - Atene, 208-204 a.e.v).
[52] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 89.
[53] Tito Lucrezio Caro (Titus Lucretius Carus; Pompei o Ercolano 94 a.e.v. - Roma 50-55 a.e.v).
[54] "*Tempus item per se non est, sed rebus ab ipsis / consequitur sensus transactum quid sit in aevo, / tum quae res instet, quid porro deinde sequatur. / Nec per se quemquam tempus sentire fatendumst / semotum ab rerum motu placidaque quiete*". Tito Lucrezio Caro. *De Rerum Natura*. Liber I, 0459-0463. Newton Compton editori, Roma, edizione in ebook ottobre 2012, ISBN 978-88-541-4707-2.
[55] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 119-126.
[56] Plotino (Πλωτίνος, Plōtínos; Licopoli, 203-205 - Minturno (o Suio), 270).
[57] L'Uno che secondo Plotino è alla base di tutto e da cui tutto deriva, è compatibile con una molteplicità di déi ed è quindi l'ultimo retaggio della cultura pagana di lingua greca. Inoltre nel neo-platonismo mancano

platonismo, con la cui opera si fa coincidere l'inizio del medioevo culturale, pone "I*e domande più importanti della tradizione occidentale sull'esistenza e sulla natura del tempo*" [58].

Il problema del tempo viene discusso da Agostino nel libro undicesimo de "*Le Confessioni*" [59].

Agostino si domanda:
"*Cos'è il tempo? Chi saprebbe spiegarlo in forma piana e breve? Chi saprebbe formarsene anche solo il concetto nella mente, per poi esprimerlo a parole? Eppure, quale parola più familiare e nota del tempo ritorna nelle nostre conversazioni? Quando siamo noi a parlarne, certo intendiamo, e intendiamo anche quando ne udiamo parlare altri. Cos'è dunque il tempo? Se nessuno m'interroga, lo so; se volessi spiegarlo a chi m'interroga, non lo so. Questo però posso dire con fiducia di sapere: senza nulla che passi, non esisterebbe un tempo passato; senza nulla che venga, non esisterebbe un tempo futuro; senza nulla che esista, non esisterebbe un tempo presente. Due, dunque, di questi tempi, il passato e il futuro, come esistono, dal momento che il primo non è più, il secondo non è ancora? E quanto al presente, se fosse sempre presente, senza tradursi in passato, non sarebbe più tempo, ma eternità. Se dunque il presente, per essere tempo, deve tradursi in passato, come possiamo dire anche di esso che esiste, se la ragione per cui esiste è che non esisterà?*" [60][61].

Ed ecco la risposta che Agostino si da:
"*Un fatto è ora limpido e chiaro: né futuro né passato esistono. È inesatto dire che i tempi sono tre: passato, presente e futuro. Forse sarebbe esatto dire che i tempi sono tre: presente del passato, presente del presente, presente del futuro. Queste tre specie di tempi esistono in qualche modo nell'animo e non le vedo altrove: il presente del passato è la memoria, il presente del presente la visione, il presente del futuro l'attesa. Mi si permettano queste espressioni, e allora vedo e ammetto tre tempi, e tre tempi ci sono. Si dica ancora che i tempi sono tre: passato, presente e futuro, secondo l'espressione abusiva entrata nell'uso; si dica pure così: vedete, non vi bado, non contrasto né biasimo nessuno, purché si comprenda ciò che si dice: che il futuro ora non è, né il passato. Di rado noi ci esprimiamo esattamente; per lo più ci esprimiamo inesattamente, ma si*

---

la fine del tempo e la vita eterna cui ogni uomo è destinato nel cristianesimo.
[58] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 129.
[59] Vedi A5 - *Il problema del tempo ne "Le confessioni" di Agostino d'Ippona*.
[60] Agostino d'Ippona. *Le confessioni*. Libro undicesimo (Meditazione sul primo versetto della Genesi: "*in principio Dio creò...*"), 14.17.
[61] "*Quid est enim tempus? Quis hoc facile breviterque explicaverit? Quis hoc ad verbum de illo proferendum vel cogitatione comprehenderit? Quid autem familiarius et notius in loquendo commemoramus quam tempus? Et intellegimus utique, cum id loquimur, intellegimus etiam, cum alio loquente id audimus. Quid est ergo tempus? Si nemo ex me quaerat, scio; si quaerenti explicare velim, nescio; fidenter tamen dico scire me, quod, si nihil praeteriret, non esset praeteritum tempus, et si nihil adveniret, non esset futurum tempus, et si nihil esset, non esset praesens tempus. Duo ergo illa tempora, praeteritum et futurum, quomodo sunt, quando et praeteritum iam non est et futurum nondum est? Praesens autem si semper esset praesens nec in praeteritum transiret, non iam esset tempus, sed aeternitas. Si ergo praesens, ut tempus sit, ideo fit, quia in praeteritum transit, quomodo et hoc esse dicimus, cui causa, ut sit, illa est, quia non erit, ut scilicet non vere dicamus tempus esse, nisi quia tendit non esse?*". Augustinus Hipponensis. *Confessionum libri XIII*. Liber undecimus (Commentiatio principii, quo Deus dicitur caelum er terram creavisse) paragrafo 14.7.
https://www.augustinus.it/latino/confessioni/index.htm

riconosce cosa vogliamo dire" [62][63].

Per Agostino quindi **esiste solamente il presente**, e tutto ciò che esiste in modo concreto esiste nel presente. Questa visione, sostenuta anche da Hobbes [64], è quella più vicina al senso comune, tanto da essere a tutt'oggi assunta come fondamento di posizioni sia filosofiche sia scientifiche [65] sul significato e sulla natura del tempo.

---

[62] Agostino d'Ippona. *Le confessioni*. Libro undicesimo (Meditazione sul primo versetto della Genesi: "*in principio Dio creò...*"), 20.26.

[63] "*Quod autem nunc liquet et claret, nec futura sunt nec praeterita, nec proprie dicitur: tempora sunt tria, praeteritum, praesens et futurum, sed fortasse proprie diceretur: tempora sunt tria, praesens de praeteritis, praesens de praesentibus, praesens de futuris. Sunt enim haec in anima tria quaedam et alibi ea non video, praesens de praeteritis memoria, praesens de praesentibus contuitus, praesens de futuris exspectatio. Si haec permittimur dicere, tria tempora video fateorque, tria sunt. Dicatur etiam: "Tempora sunt tria, praeteritum, praesens et futurum", sicut abutitur consuetudo; dicatur. Ecce non curo nec resisto nec reprehendo, dum tamen intellegatur quod dicitur, neque id, quod futurum est, esse iam, neque id, quod praeteritum est. Pauca sunt enim, quae proprie loquimur, plura non proprie, sed agnoscitur quid velimus*". Augustinus Hipponensis. Confessionum libri XIII. Liber undecimus (Commentiatio principii, quo Deus dicitur caelum er terram creavisse) paragrafo 20.26.
https://www.augustinus.it/latino/confessioni/index.htm

[64] Thomas Hobbes (Westport, 5 aprile 1588 - Hardwick Hall, 4 dicembre 1679).

[65] Come illustrato nel capitolo 7 - *Esperienza comune e freccia del tempo*.

4. Dal tempo religioso al tempo laico

"Quando i tempi iniziavano a scorrere egli già era, e quando essi cesseranno egli rimarrà immutabilmente lo stesso."
(Incmaro di Reims)

"Perdesi adunque il tempo nollo adoperando, e di colui sarà il tempo che saprà adoperarlo."
(Leon Battista Alberti)

Sia durante l'alto medioevo, sia durante il basso medioevo, le tendenze mistico-religiose dominano il pensiero filosofico dopo Agostino e le (supposte) soluzioni al problema del tempo continuano a ruotare per circa mille anni attorno agli stessi temi [66]: il tempo, come ogni grandezza, si divide all'infinito afferma Proclo [67]; del fatto che l'uomo è limitato dal tempo, ma raggiungerà e parteciperà dell'eternità si dice certo pseudo-Dionigi Areopagita [68]; il tempo è uno degli attributi con cui la mente umana si rappresenta la perfezione della vera sostanza eterna, afferma Boezio [69]; ciò che comincia ad essere nel tempo e col tempo, come può essere nell'eternità? domanda Scoto Eriugena [70]; quando i tempi iniziavano a scorrere egli già era, e quando essi cesseranno egli rimarrà immutabilmente lo stesso, lascia scritto Incmaro di Reims [71]; Dio non è nello spazio e nel tempo, ma tutto è in lui afferma Anselmo d'Aosta [72]; il cielo e la terra furono creati insieme con il tempo, non dal tempo, o nel tempo, neppure il tempo fu creato nel tempo poiché non vi fu tempo prima che vi fossero cielo e terra, scrive Pietro Lombardo [73]; il tempo è fondamentalmente misura del moto circolare del primo mobile e, attraverso questi, è la misura di tutti gli altri tempi scrive Alberto Magno [74]; l'eternità è possesso della vita simultaneo, perfetto, senza principio e senza fine e il tempo è la misura di un moto secondo un prima e un poi, scrive Tommaso d'Acquino [75]; il tempo non è in ogni luogo realmente e soggettivamente, ma è uno, indivisibile, e può essere misurato da ciascuno in ogni luogo, è la concezione di Gugliemo da Ockham [76]; il tempo misurabile, con un prima e un dopo, si contrappone all'eterno presente dell'adesso in cui l'uomo possiede tutto in Dio scrive Meister Eckhart [77].

L'unica novità in questi mille anni è rappresentata dal fatto che "*con Alberto Magno ... maturò la vittoria della concezione del tempo di stampo aristotelico-araba, dopo la riscoperta della Fisica di*

---

[66] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 141-197.
[67] Proclo Licio Diadoco (Πρόκλος ὁ Διάδοχος; Costantinopoli, 8 febbraio 412 - Atene, 17 aprile 485).
[68] Dionigi Areopagita è lo pseudonimo usato da un anonimo teologo e filosofo autore di scritti mistici affini al neoplatonismo.
[69] Anicio Manlio Severino Boezio (Roma, 475-477 - Pavia, 524-526).
[70] Giovanni Scoto Eriugena, (Irlanda, 810 circa - Inghilterra, dopo anno 877).
[71] Incmaro di Reims (806 - Épernay, 21 dicembre 882).
[72] Anselmo d'Aosta (Aosta, 1033 o 1034 - Canterbury, 21 aprile 1109).
[73] Pietro Lombardo o Pier Lombardo (Lumellogno di Novara, 1100 - Parigi, 1160 circa).
[74] Alberto Magno di Bollstädt (Lauingen, 1206 - Colonia, 15 novembre 1280).
[75] Tommaso d'Aquino (Roccasecca, 1225 - Fossanova, 7 marzo 1274).
[76] Guglielmo da Ockham (Ockham, 1285 - Monaco di Baviera, 1347).
[77] Johannes Eckhart, meglio conosciuto come Meister Eckhart (Tambach-Dietharz o Hochheim, 1260 - Colonia o Avignone, 1327-1328)

Aristotele, contro quella agostiniana" [78]. Dal **tempo qualitativo**, psicologico, interno, riflesso della tensione religiosa e mistica dell'anima verso l'assoluto e la vita eterna, si torna ad un **tempo quantitativo**, fisico, esterno, movimento della sfera celeste e numero del grande orologio cosmico.

Nel frattempo la società sta faticosamente iniziando a uscire dalla lunghissima e drammatica crisi di civiltà e soprattutto di cultura che, passando per la crisi dell'ellenismo, la caduta dell'impero romano e il medioevo, ne ha bloccato per quasi quindici secoli lo sviluppo:
"*Gli anni dell'Umanesimo furono quelli che aprirono le porte alla modernità e videro l'affermarsi e il diffondersi delle prime "macchine del tempo" nelle diverse città. Se i primi costosissimi orologi si erano già visti nelle principali città d'Europa, fin dal XIV secolo, prima nei monasteri (in quello di Cluny nel 1340) e nelle cattedrali (in quella di Chartres nel 1359), poi nelle torri comunali (a Padova nel 1344, a Genova nel 1353, a Bologna nel 1356, a Ferrara nel 1362), fu però nel secolo XV che le città costruirono orologi non solo per la loro utilità pubblica, bensì anche per questioni di prestigio e per emulazione. «Così, nonostante il costo relativamente elevato, una combinazione di orgoglio cittadino, di utilitarismo e di interesse per i marchingegni meccanici favorì la diffusione dell'orologio». Con l'affermarsi degli orologi, nel XIV e ancor più nel XV secolo, che battevano le ore per scandire il tempo dell'inizio e del termine del lavoro, della pausa per mangiare, il tempo diventò sempre più laico e umano: a fianco del tempo religioso e divino si affermò un tempo terreno degli uomini, così come a fianco del campanile della chiesa sorse la torre campanaria che scandisce e ore di un tempo continuo, uguale e unidirezionale che sincronizza le azioni degli uomini del tempo moderno. Il bisogno squisitamente umano di misurare il tempo fu determinante per l'affermazione di una visione sempre più laica e mondana, che non doveva contrapporsi necessariamente alla perfezione divina dell'eternità.*
Non è forse a caso che proprio nel XVI secolo si sentì urgentemente la necessità di riformare il calendario giuliano che risaliva ancora all'epoca romana, al 46 [a.e.v.], terzo anno del consolato di Giulio Cesare. E infatti il 25 febbraio 1582, dopo due anni di lavoro di una commissione formata da scienziati e da uomini di Chiesa, papa Gregorio XIII (al secolo Ugo Boncompagni, 1502-1585, un giurista bolognese divenuto papa nel 1572) emise la bolla 'Inter gravissimas' *che stabilì le regole del nuovo sistema, e impose l'abolizione di dieci giorni (dal 5 si saltò al 14 ottobre), per ricondurre l'equinozio di primavera al 21 marzo. Il nuovo calendario gregoriano, ovviamente, determinò numerose trasformazioni nella vita pubblica, quotidiana ed economica ...*
L'uso sistematico della data fu introdotto in maniera precisa negli studi e nei documenti solo a partire dalla metà del Cinquecento; in questo modo la storia e le esperienze vissute vennero inserite in un'idea di tempo unico della storia. Il potere della gestione del tempo era stato compreso da secoli dalla Chiesa, che fu attenta a utilizzare subito il nuovo calendario gregoriano, mentre i paesi protestanti, per mostrare di non riconoscere l'autorità del Papa, rifiutarono di adottarlo fino al Settecento" [79].

Disporre di **calendari** e **orologi** terreni accurati, allineati con l'orologio cosmico, è importante sia per le esigenze religiose, sia per le esigenze pratiche, inizialmente legate fondamentalmente alla vita rurale, all'agricoltura, all'allevamento, ma poi legate alle interazioni sempre più complesse che vanno via via caratterizzando il progressivo sviluppo del tessuto sociale [80].

[78] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 176.
[79] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 204-206.
[80] Vedi A6 - *Calendari terreni e orologio cosmico*.

"Ovviamente, se l'orologio meccanico diventò uno strumento di forza «utile al potere centrale», la gestione del potere sul tempo non poté restare privilegio della Chiesa, ma venne acquisita anche dal potere laico del principe, del re o della burocrazia borghese della città. Con la diffusione dell'orologio «tende ad affermarsi un tempo dominante, unificato, continuo, regolare, aritmeticamente e automaticamente misurabile, nelle mani dei nuovi poteri.»
Gli umanisti del Rinascimento, interessati alle questioni concrete della pratica legale o medica si riferivano necessariamente a momenti specifici del tempo, e il tempo divenne l'essenza di ogni decisione. Man mano che ci si avvicinò alla modernità, si passò da un mondo del pressappoco, caratteristico del Medioevo (ma anche delle civiltà antiche) a un mondo della precisione, e si passò da un tempo approssimato a un tempo sempre più preciso: «a differenza della spazio che, pure essendo essenzialmente misurabile, essendo forse l'essenza stessa di ciò che è misurabile, non ci si offre che come qualcosa da misurare, il tempo, pure essendo essenzialmente non misurabile, non ci si presenta mai se non come provvisto già di una misura naturale, già tagliato in porzioni dalla successione delle stagioni e dei giorni, dal movimento, e dai movimenti, dell'orologio celeste che la natura previdente ha avuto la cura di metterci a disposizione" [81].

Siamo tra la fine del '500 e i primi del '600. Il **tempo come misura** è la grande sfida che la neonata scienza sta per portare alla filosofia del tempo.

---

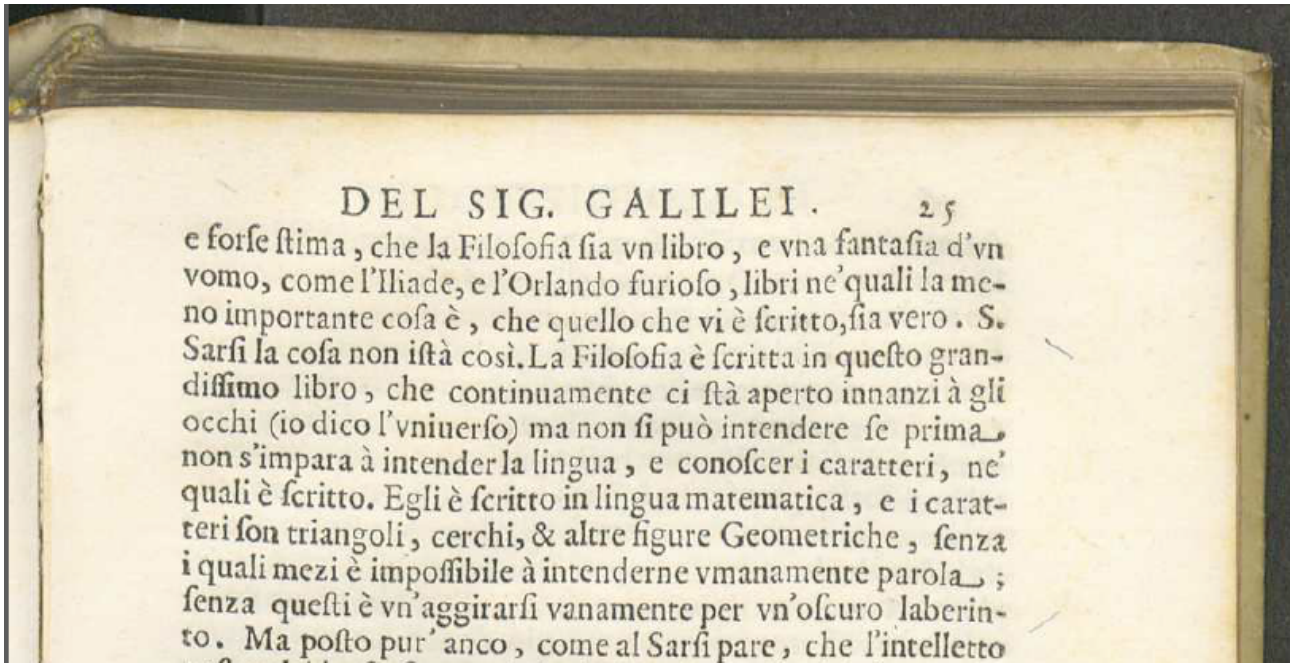
[81] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 206-207.

5. Dal tempo assoluto al tempo relativo

"Il tempo assoluto, vero e matematico, in sé e per sua stessa natura, senza relazione con alcunché di esterno, scorre uniformemente."
(Isaac Newton)

"Il tempo è dunque unicamente condizione soggettiva della nostra (umana) intuizione ... e non è nulla in sé stesso, fuori del soggetto."
(Immanuel Kant)

La svolta impressa da Galileo, dare ai dati forma matematica, cioè esprimerli come misura e numero, è riportata ne "*Il Saggiatore*" a pagina 25 di questa edizione del 1623 [82]: "*La Filosofia è scritta in questo grandissimo libro, che continuamente ci stà aperto innanzi à agli occhi (io dico l'Universo) ma non si può intendere se prima non s'impara à intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, & altre figure Geometriche , senza i quali mezi è impossibile à intenderne umanamente parola; senza questi è un'aggirarsi vanamente per un'oscuro laberinto*".


DEL SIG. GALILEI. 25
e forse stima, che la Filosofia sia vn libro, e vna fantasia d'vn vomo, come l'Iliade, e l'Orlando furioso, libri ne' quali la meno importante cosa è, che quello che vi è scritto, sia vero. S. Sarsi la cosa non istà così. La Filosofia è scritta in questo grandissimo libro, che continuamente ci stà aperto innanzi à gli occhi (io dico l'vniuerso) ma non si può intendere se prima non s'impara à intender la lingua, e conoscer i caratteri, ne' quali è scritto. Egli è scritto in lingua matematica, e i caratteri son triangoli, cerchi, & altre figure Geometriche, senza i quali mezi è impossibile à intenderne vmanamente parola; senza questi è vn'aggirarsi vanamente per vn'oscuro laberinto. Ma posto pur' anco, come al Sarsi pare, che l'intelletto

È a partire da questa dichiarazione di Galileo, che decreta la nascita della scienza moderna, che per il concetto di tempo si vanno delineando e separando due mondi paralleli: quello del **tempo degli scienziati** e quello del **tempo dei filosofi**.

Gli scienziati per perseguire il loro disegno di comprendere il mondo "... *e conoscer i caratteri, ne'*

[82] Galileo Galilei. *Il Saggiatore*. Roma, 1623. Deutsches Museum, München.
https://astronomie-rara.ethbib.ethz.ch/demusmu/doi/10.5079/dmm-46

quali è scritto..." devono escludere la metafisica come fondamento del conoscere (anche se la metafisica, cacciata dalla porta, rientrerà dalla finestra e farà comunque sempre capolino in tutte le ragioni dell'uomo: ma questa è un'altra storia).

Per i filosofi invece nei secoli successivi sarà tutto "...*un'aggirarsi vanamente per un'oscuro laberinto...*". E si perderanno nelle loro analisi del concetto di tempo con risultati a dir poco dubbi se come abbiamo visto Paolo Taroni, nel presentare il suo ottimo libro, dice che "... *In effetti, attualmente, molti studiosi parlano di un tempo della fisica, un tempo della biologia, un tempo della psiche (a cui si può aggiungere perlomeno un tempo della società), ma – ci si può chiedere – esiste anche un tempo dei filosofi? Se oggi del tempo si possono perfettamente occupare gli scienziati dei diversi settori, le teorie filosofiche sul tempo costituiscono comunque la base sulla quale le differenti analisi trovano fondamento*" [83].

Nel "*Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano* [84] la parola "tempo" ricorre 293 volte, senza essere definita. Non è un caso. Galileo è un vulcano di idee, vuole capire, osservare, misurare, sperimentare: ma evidentemente si è reso conto che cercare di definire il tempo significa avvitarsi attorno a un problema metafisico e paralizzante. Preferisce piuttosto studiare l'isocronia del pendolo, ponendo la prima base solida per **misurare il tempo**:
"*E qui voglio che notiate due particolari degni d' esser saputi. Uno è, che le vibrazioni di un tal pendolo si fanno con tal necessità, sotto tali determinati tempi, che è del tutto impossibile il farglielo far sotto altri tempi, salvo che con allungargli o abbreviargli la corda ... L'altro particolare veramente maraviglioso è, che il medesimo pendolo fa le sue vibrazioni con l'istessa frequenza, o pochissimo e quasi insensibilmente differente, sien elleno fatte per archi grandissimi o per piccolissimi dell'istessa circonferenza*" [85].

Huygens [86] nel 1656 costruisce il primo orologio regolato da pendolo, risolvendo il problema di mantenerne costante il moto oscillatorio superando il problema degli attriti, ed espone i suoi principi costruttivi in un trattato intitolato "*Horologium*" [87].

Ecco ora cosa scrive Newton a proposito del tempo nella nota esplicativa (*scholium*) a pagina 5 della prima edizione (1687) dei "*Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*" [88]:
"*Nota esplicativa.*
Finora ho spiegato, per le voci meno note, in che senso devono essere intese nelle pagine seguenti. In verità non definisco tempo, spazio, luogo e moto, in quanto a tutti notissimi. Nondimeno va detto che la persona comune non concepisce queste quantità altrimenti, se non con la loro

[83] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 18-22.
[84] Galileo Galilei. *Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*. In: *Le opere di Galileo Galilei*. Prima edizione completa condotta sugli autentici manoscritti Palatini e dedicata a S.A.I. e R. Leopoldo II Granduca di Toscana. Tomo I, Firenze, Società Editrice Fiorentina, 1842.
https://books.google.it/books?id=OAyQOIzt8N8C
[85] Galileo Galilei. *Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*, p. 487.
[86] Christiaan Huygens (L'Aia, 14 aprile 1629 - L'Aia, 8 luglio 1695).
[87] Christiaan Huygens. *Horologium oscillatorium: sive, de motu pendulorum ad horologia aptato demostrationes geometricae*. Parigi, 1673.
https://books.google.it/books?id=YgY8AAAAMAAJ
[88] Isaac Newton. Philosophiae Naturalis Principia Mathematica. Londini [i.e. London], 1687. ETH-Bibliothek Zürich.
https://www.e-rara.ch/zut/doi/10.3931/e-rara-440

relazione con le cose sensibili. E di qui sorgono certi pregiudizi, per eliminare i quali conviene distinguerle in assolute e relative, vere e apparenti, matematiche e comuni.
I. Il tempo assoluto, vero e matematico, in sé e per sua stessa natura, senza relazione con alcunché di esterno, scorre uniformemente, e con altro nome è chiamato durata; il tempo relativo, apparente e comune è la misura, sensibile ed esterna (o accurata o inaccurata), mediante il moto, di una qualche durata che comunemente viene impiegata in luogo del tempo vero; così sono l'ora, il giorno, il mese, l'anno.
II. Lo spazio assoluto per sua natura, senza relazione con alcunché di esterno, rimane sempre identico e immobile...".

[5]

rando. Unde caveat lector ne per hujusmodi voces cogitet me speciem vel modum actionis causamve aut rationem physicam alicubi definire, vel centris (quæ sunt puncta Mathematica) vires vere et physice tribuere, si forte aut centra trahere, aut vires centrorum esse dixero.

Scholium.

Hactenus voces minus notas, quo in sensu in sequentibus accipiendæ sunt, explicare visum est. Nam tempus, spatium, locum et motum ut omnibus notissima non definio. Dicam tamen quod vulgus quantitates hasce non aliter quam ex relatione ad sensibilia concipit. Et inde oriuntur præjudicia quædam, quibus tollendis convenit easdem in absolutas & relativas, veras & apparentes, Mathematicas et vulgares distingui.

I. Tempus absolutum verum & Mathematicum, in se & natura sua absq; relatione ad externum quodvis, æquabiliter fluit, alioq; nomine dicitur Duratio; relativum apparens & vulgare est sensibilis & externa quævis Durationis per motum mensura, (seu accurata seu inæquabilis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut Hora, Dies, Mensis, Annus.

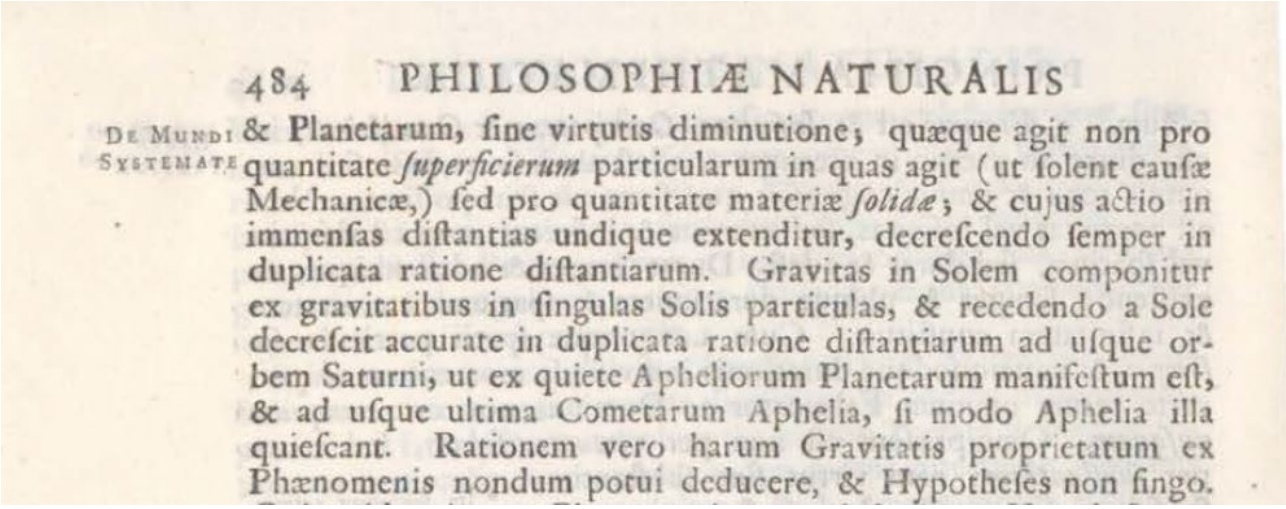
II. Spatium absolutum natura sua absq; relatione ad externum quodvis semper manet similare & immobile; relativum est spatii

Questo il testo come appare nella pagina originale dell'edizione citata, uno straordinario cimelio della storia della scienza e della filosofia del tempo [89].

[89] "*Scholium.*
Hactenus voces minus notas, quo in sensu in sequentibus accipiendæ sunt, explicare visum est. Nam tempus, spatium, locum et motum ut omnibus notissima non definio. Dicam tamen quod vulgus quantitates hasce non aliter quam ex relatione ad sensibilia concipit. Et inde oriuntur præjudicia quædam, quibus tollendis convenit easdem in absolutas & relativas, veras & apparentes, Mathematicas et vulgares distingui.

È quindi sul concetto di un tempo e uno spazio assoluti che Newton fonda i tre principi della dinamica, che stanno alla base della meccanica classica e gli consentono di formulare la legge di gravitazione universale:
1) "*Ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme se nessuna forza esterna interviene per cambiare tale stato*" [90];
2) "*Un corpo non vincolato, al quale si applica una forza continua e costante, si muove con moto uniformemente accelerato lungo la direzione della forza*" [91] – è il secondo principio della dinamica, l'espressione in formula è: *F = ma*;
3) "*Ad ogni azione corrisponde sempre una reazione uguale e contraria*" [92] – è il terzo principio della dinamica.

Anche Newton, come Galileo, vuole evitare le trappole della metafisica: per farlo l'unico modo è di assumere che il tempo vero, assoluto e matematico, "**è**". Punto e basta.


484 PHILOSOPHIÆ NATURALIS

De Mundi Systemate & Planetarum, ſine virtutis diminutione; quæque agit non pro quantitate *ſuperficierum* particularum in quas agit (ut ſolent cauſæ Mechanicæ,) ſed pro quantitate materiæ *ſolidæ*; & cujus actio in immenſas diſtantias undique extenditur, decreſcendo ſemper in duplicata ratione diſtantiarum. Gravitas in Solem componitur ex gravitatibus in ſingulas Solis particulas, & recedendo a Sole decreſcit accurate in duplicata ratione diſtantiarum ad uſque orbem Saturni, ut ex quiete Apheliorum Planetarum manifeſtum eſt, & ad uſque ultima Cometarum Aphelia, ſi modo Aphelia illa quieſcant. Rationem vero harum Gravitatis proprietatum ex Phænomenis nondum potui deducere, & Hypotheſes non fingo.

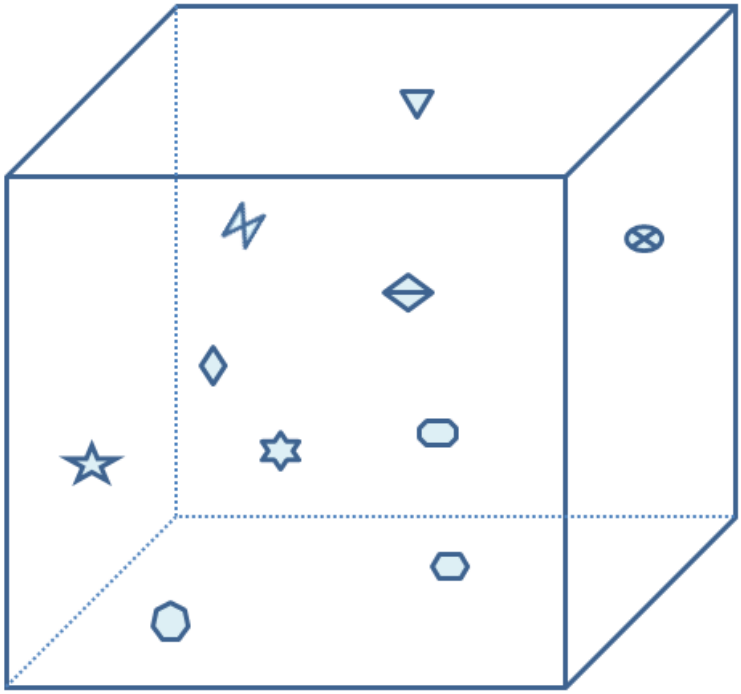
Ma non solo. Nella seconda edizione dei "*Principia*" a pagina 484, a proposito della **gravità**, una forza inspiegabile che agisce istantaneamente e a distanza, e che ha già suscitato qualche polemica da parte dei filosofi suoi contemporanei, Newton afferma:
"*Tuttavia di queste proprietà della gravità non ho potuto dedurre la ragione dai fenomeni*

I. Tempus absolutum verum & Mathematicum, in se & natura sua absq; relatione ad externum quodvis, æquabiliter fluit, alioq; nomine dicitur Duratio; relativum apparens & vulgare est sensibilis & externa quævis Durationis per motum mensura, (seu accurata seu inæquabilis) qua vulgus vice veri temporis utitur; ut Hora, Dies, Mensis, Annus.
II. Spatium absolutum natura sua absq; relatione ad externum quodvis semper manet similare & immobile".
[90] *"Lex I. Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi vel movendi uniformiter in directum, nisi quatenus a viribus impressis cogitur statum illum mutare"*. Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, p. 12.
[91] "*Lex II. Mutationem motu proportinalem esse vi motrici impressæ, & fieri secundum lineam rectam qua vis illa imprimitur*". Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, p. 12.
[92] "*Lex III. Actioni contrariam semper & æqualem esse reactionem: sive corporum duorum actiones in se mutuo sempre esse æquales & in partes contraria dirigi*". Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, p. 13.

[descritti], e non formulo ipotesi [al riguardo]" [93]. Non formulo ipotesi, "*Hypothesis non fingo*": di nuovo Newton vuole evitare di farsi intrappolare dalla metafisica.

Sulla base di uno spazio assoluto e di un tempo assoluto, di un "regolo" per misurare lo spazio e di un "orologio" per misurare il tempo, sono state scoperte le leggi matematiche che regolano il funzionamento del cosmo. Ma ora si possono impiegare queste stesse leggi fisiche per **pre-vedere**. La legge di gravitazione universale funziona, e dà luogo a previsioni verificabili nei fatti: la cometa di Halley [94], come previsto dai calcoli, ritorna dopo 76 anni, il 25 dicembre del 1758 [95]. Newton è morto 31 anni prima, e purtroppo non può assistere al trionfo definitivo della sua meccanica celeste e della sua idea di tenere la sua "filosofia naturale", tempo incluso, separata dalla metafisica, che rappresentano la sua grandiosa eredità.

«Ogni corpo persevera nel suo stato di quiete o di moto rettilineo uniforme se nessuna forza esterna interviene per cambiare tale stato»
(Sir Isaac Newton, 1642-1727)



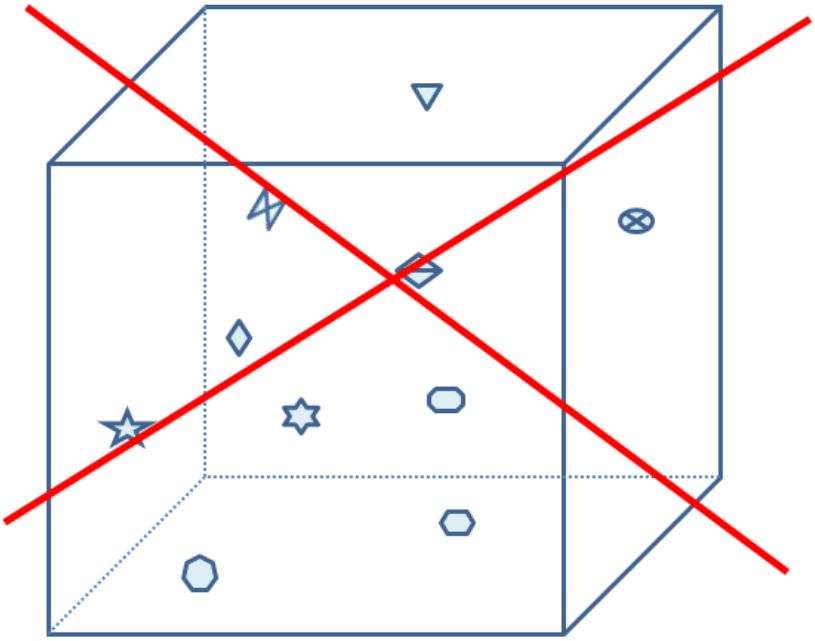
Nel primo principio della dinamica è implicito un termine di paragone, un sistema di riferimento

[93] "Rationem vero harum Gravitatis proprietarum ex Phaeenomenis nondum potui deducere, & Hypothesis non fingo". Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Cantabrigiae [i.e. Cambridge], 1713. ETH-Bibliothek Zürich.
https://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-1237
[94] Edmund Halley (Londra, 8 novembre 1656 - Greenwich, 14 gennaio 1742), fu dal 1720 al 1742 astronomo reale (il secondo, dopo Flamsteed). Ritennne che gli avvistamenti cometari del 1531, del 1607 e del 1682 fossero relativi alla stessa cometa, e ne predisse il ritorno nel 1758 sulla base della meccanica celeste newtoniana.
[95] Halley, Edmond. (1705). *A synopsis of the astronomy of comets*. Printed for John Senex. Retrieved from https://doi.org/10.5479/sil.271675.39088015653660

sulla cui base misurare lo stato di moto degli oggetti: "*stato di quiete o di moto rettilineo uniforme*", si, ma rispetto a cosa?

Sembra una domanda innocente, ma porterà uno sconquasso nella fisica [96]. Come ci ricorda Luca Guzzardi in un suo bellissimo libro [97], nel XIX secolo Mach [98] e Neumann [99] arrivano a conclusioni diametralmente opposte. Neumann ritiene che *"…o tutto il moto è assoluto [cioè riferibile a un tempo e a uno spazio assoluti], oppure la nostra legge d'inerzia è espressa in maniera erronea…"* [100]. E la difficoltà di rinunciare a questa idea di spazio e tempo come contenitori della realtà, come riferimenti eterni e assoluti, è testimoniata dalla sua sopravvivenza nel concetto di "etere", un mezzo che permea il cosmo, il riferimento assoluto che dava ragione a Neumann e che, insieme a molte altre congetture, entra nel dibattito sui fondamenti della fisica, che si sta preparando a una straordinaria rivoluzione.

«…la macchina del mondo conosce solo movimenti relativi, mentre qualsiasi "assoluto" coinciderebbe con l'Universo stesso, osservato da questo o da quel punto…"
(Ernst Mach, 1838-1916)



Per Mach invece il problema va affrontato (sarà poi Einstein a risolverlo) in modo diametralmente opposto: *"… l'assenza di un sistema di riferimento non è altro che la conseguenza di una concezione rigidamente deterministica: ogni corpo è condizionato da tutti i corpi, che, vincolati gli uni agli altri, compongono un sistema autoreferenziale di relazioni interdipendenti ... la macchina*

---

[96] Poiché in un moto rettilineo uniforme deve essere costante la velocità, e la velocità è data dal rapporto fra spazio e tempo ($v = s / t$), il problema diventa: spazio e tempo rispetto a cosa li possiamo/dobbiamo esprimere? Non dobbiamo esprimerli rispetto a null'altro, diceva Newton, spazio e tempo "sono" e questo basta perché la meccanica classica sia valida.
[97] Luca Guzzardi. *Lo sguardo muto delle cose - Oggettività e scienza nell'età della crisi*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2010, ISBN 978-88-6030-325-7
[98] Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach (Brno, 18 febbraio 1838 - Haar, 19 febbraio 1916).
[99] Carl Gottfried Neumann (Königsberg, 7 maggio 1832 - Lipsia, 27 marzo 1925).
[100] Luca Guzzardi. *Lo sguardo muto delle cose*, p.13.

del mondo conosce solo movimenti relativi, mentre qualsiasi "assoluto" coinciderebbe con l'Universo stesso, osservato da questo o da quel punto…" [101].

Esattamente un secolo dopo la pubblicazione dei "*Principia*", nel 1787, Kant [102] afferma che sbagliano "*... coloro che affermano la realtà assoluta dello spazio e del tempo ... (ch'è comunemente il partito dei fisici matematici)...*" [103]. Kant smentisce quindi la concezione del tempo vero, assoluto e matematico di Newton. Ma va notato per inciso che lo fa riponendo piena fiducia nella meccanica celeste retta dalla legge di gravitazione universale, tanto da proporre l'idea che il sistema solare sia sorto da una nube di materia rotante. Laplace [104] darà poi forma scientifica all'ipotesi di Kant, oggi generalmente nota come ipotesi di Kant-Laplace, e considerata tuttora valida [105] pur con tutte le migliorie oggi derivanti dalla conoscenza (allora inesistente) della fisica dei processi di formazione e di evoluzione delle stelle, ai quali Il processo di formazione planetaria è strettamente legato.

Ecco cosa dice Kant sul tempo (e sullo spazio) nella "*Critica della ragion pura*" [106].

Nel 1887, e, fatto curioso, esattamente duecento anni dopo la pubblicazione dei "*Principia*" di Newton, nel 1687, e cento anni dopo la pubblicazione della "*Critica*" di Kant, nel 1787, l'esperimento di Michelson-Morley [107][108] dimostra la non esistenza di un "etere luminifero", che rappresenta l'ultimo tentativo di teorizzare un riferimento assoluto in grado di conciliare l'elettromagnetismo con la relatività galileiana.

E i tempi stanno davvero cambiando se nel 1902 Poincaré ne "*La scienza e l'ipotesi*" scrive [109]:
"*1° Non vi è spazio assoluto e concepiamo solo movimenti relativi; ma per lo più i fatti meccanici vengono enunciati come se vi fosse uno spazio assoluto al quale poterli riferire;*
2° Non vi è tempo assoluto; dire che due durate sono uguali è un'asserzione che di per sé non ha senso alcuno e che può acquisirne uno solo per convenzione;
3° Non solo non abbiamo l'intuizione diretta dell'uguaglianza di due durate, ma non abbiamo nemmeno quella della simultaneità di due avvenimenti che si producono in luoghi differenti; ciò è quanto ho spiegato in un articolo intitolato «La misura del tempo»"[110].

[101] Luca Guzzardi. *Lo sguardo muto delle cose*, p.14.
[102] Immanuel Kant (Königsberg, 22 aprile 1724 - Königsberg, 12 febbraio 1804).
[103] Immanuel Kant. *Critica della ragion pura*. II edizione, Johann Friedrich Hartknoch, Riga, 1787, p. 66.
https://www.pensierofilosofico.it/ebooks_file/criticadellaragionpura13594827872.pdf
[104] Pierre-Simon, marchese di Laplace (Beaumont-en-Auge, 23 marzo 1749 - Parigi, 5 marzo 1827).
[105] M. M. Woolfson. *Solar System - its origin and evolution*. Q. J. R. Astr. Soc., vol. 34, 1993, pp. 1-20.
https://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1993QJRAS..34....1W
[106] Vedi A7 - *Il problema del tempo nella "Critica della ragion pura" di Kant*.
[107] Albert Abraham Michelson (Strzelno, 19 dicembre 1852 - Pasadena, 9 maggio 1931).
[108] Edward Williams Morley (Newark, 29 gennaio 1838 - West Hartford, 24 febbraio 1923).
[109] Jules-Henri Poincaré. *La scienza e l'ipotesi*, p. 143. Nel 1898 Poincaré aveva pubblicato un articolo dal titolo "*La mesure du temps*", poi ripreso nel 1911 in un capitolo dell'opera "*La Valeur de la Science*".
https://fr.wikisource.org/wiki/La_Valeur_de_la_Science/Chapitre_II._La_mesure_du_temps
[110] "*1° Il n'y a pas d'espace absolu et nous ne concevons que des mouvements relatifs; cependant on énonce le plus souvent les faits mécaniques comme s'il y avait un espace absolu auquel on pourrait les rapporter;*

Tre anni dopo, nel 1905, Albert Einstein pubblica "*L'elettrodinamica dei corpi in movimento*" [111].

891

3. ***Zur Elektrodynamik bewegter Körper;***
von A. Einstein.

Daß die Elektrodynamik Maxwells — wie dieselbe gegenwärtig aufgefaßt zu werden pflegt — in ihrer Anwendung auf bewegte Körper zu Asymmetrien führt, welche den Phänomenen nicht anzuhaften scheinen, ist bekannt. Man denke z. B. an die elektrodynamische Wechselwirkung zwischen einem Mag-

Einstein deve riconciliare tra loro due aspetti della fisica. Il principio di relatività galileano, che dice che le leggi delle fisica **devono** essere le stesse per tutti gli osservatori, indipendentemente dal moto [lineare uniforme] relativo. E l'elettrodinamica di Maxwell, che dice che la velocità della luce nel vuoto [in quanto legge fisica] deve essere la stessa per tutti gli osservatori. L'etere non esiste. È necessaria una qualche altra spiegazione. Come ci ricorda Vittorio Silvestrini [112]:
"*... Nel caso della fisica classica le leggi che ci dicevano come uno stesso fenomeno viene visto da due sistemi di riferimento in movimento l'uno rispetto all'altro, erano le trasformazioni di Galileo. Secondo le trasformazioni di Galileo, passando da un sistema di riferimento a un altro che si muova, cambia la posizione degli oggetti, e anche la loro velocità; ma non cambia il tempo*". Einstein dimostra che se la velocità della luce nel vuoto [in quanto legge fisica] deve essere la stessa per tutti gli osservatori, invece delle trasformazioni di Galileo (che rimangono approssimazioni valide per le velocità cui siamo abituati nella vita quotidiana) "*... bisogna applicare le trasformazioni del fisico olandese Hendrik Lorentz* [113] *... secondo le quali non solo cambia la posizione degli oggetti, ma cambia anche il tempo*" [114]. La teoria della relatività speciale ci dice che un orologio in moto con una certa velocità appare ad un osservatore procedere più lentamente di uno identico che sia invece fermo rispetto a questo.

Già questo decreta la fine del tempo assoluto. Me c'è dell'altro che bolle in pentola. Nel 1916

2° Il n'y a pas de temps absolu; dire que deux durées sont égales, c'est une assertion qui n'a par elle-même aucun sens et qui n'en peut acquérir un que par convention;
3° Non seulement nous n'avons pas l'intuition directe de l'égalité de deux durées, mais nous n'avons même pas celle de la simultanéité de deux événements qui se produisent sur des théâtres différents; c'est ce que j'ai expliqué dans un article intitulé «La mesure du temps»".
[111] Albert Einstein. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper.* Ann. d. Phys. 17, 891-921 (1905).
[112] Vittorio Silvestrini. *Guida alla teoria della relatività*. Editori Riuniti university press, Roma, 2011, ISBN 978-88-6473-071-4, p. 60.
[113] Hendrik Antoon Lorentz (Arnhem, 18 luglio 1853 - Haarlem, 4 febbraio 1928).
[114] Vittorio Silvestrini. *Guida alla teoria della relatività*, p. 60.

Albert Einstein pubblica "*I fondamenti della teoria della relatività generale*" [115].

1916. № 7.

ANNALEN DER PHYSIK.

VIERTE FOLGE. BAND 49.

1. ***Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie;***
von A. Einstein.

Die im nachfolgenden dargelegte Theorie bildet die denkbar weitgehendste Verallgemeinerung der heute allgemein als „Relativitätstheorie" bezeichneten Theorie; die letztere nenne ich im folgenden zur Unterscheidung von der ersteren „spezielle Relativitätstheorie" und setze sie als bekannt voraus. Die

Come ci ricorda ancora Silvestrini [116]:
"*L'esigenza che ha portato Einstein a sviluppare questa teoria deriva da una osservazione ... : e cioè che i mondi che esistono nell'universo, e in particolare il nostro pianeta Terra che ruota attorno al Sole e inoltre su se stesso, non sono a rigore sistemi inerziali. Fra i vari corpi celesti, e in particolare fra i pianeti e le stelle, si esercitano infatti delle forze cosiddette gravitazionali. In conseguenza di queste forze il loro movimento non è rettilineo e uniforme. Si pone dunque il problema di studiare come uno stesso fenomeno appaia quando venga osservato da due sistemi di riferimento che si muovo l'uno rispetto all'altro non di moto rettilineo uniforme, ma di moto accelerato: cioè il problema di estendere i concetti della relatività ristretta anche ai sistemi cosiddetti non inerziali. Il motivo per cui i mondi, nell'universo, si comportano come sistemi di riferimento non inerziali è l'attrazione gravitazionale che ogni corpo celeste esercita sugli altri. Ed è quindi evidente che la teoria della relatività generale, affrontando il problema dei sistemi di riferimento non inerziali, necessariamente deve anche studiare e capire fino in fondo la natura delle forze gravitazionali*".

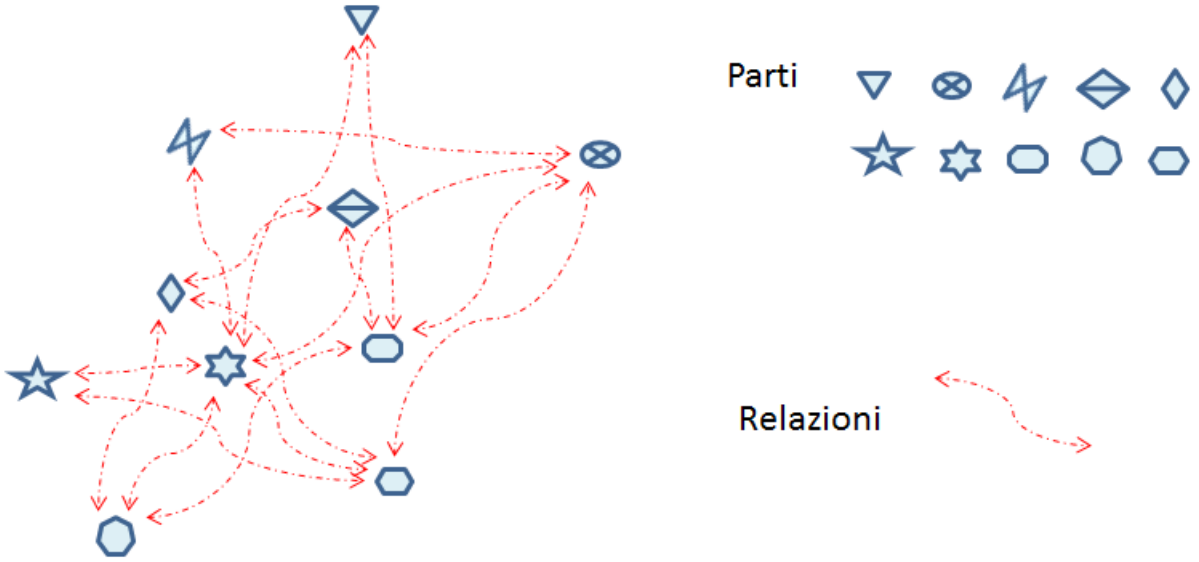
Einstein risolve il problema della gravità. La Terra si muove attorno al Sole non grazie alla istantanea azione a distanza determinata dalla forza di gravità, un'idea in fondo "metafisica", che già turbava Newton, ma si muove secondo il primo principio della dinamica seguendo attorno al Sole lo spazio-tempo incurvato dalla massa di quest'ultimo. E le masse, in seguito ai loro effetti gravitazionali, influenzano lo scorrere del tempo. La teoria della relatività generale ci dice che [ad esempio] sulla Terra un orologio posto al livello del mare procede più lentamente di un orologio posto in cima al Monte Bianco. Einstein cancella definitivamente l'idea newtoniana di uno spazio e di un tempo assoluti, di un "regolo" e di un "orologio" con cui effettuare delle misure di spazio e di

[115] Albert Einstein. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Ann. d. Phys. 49, 769-822 (1916).
[116] Vittorio Silvestrini. *Guida alla teoria della relatività*, p. 98.

tempo valide universalmente.

E Ludwig Wittgenstein [117] sancisce l'ingresso ufficiale nella filosofia della relatività:
"*Noi non possiamo confrontare alcun processo con lo «scorrere del tempo» – esso non v'è –, ma solo con un altro processo (ad esempio, con il movimento del cronometro). Quindi la descrizione del decorso temporale è possibile solo se ci basiamo su un altro processo*" [118].

Se dal punto di vista epistemologico relatività speciale e relatività generale portano alla perdita definitiva dell'ultimo fondamento che rimaneva alla scienza, cioè di un contenitore del mondo fatto di spazio e tempo assoluti, qualsiasi movimento ora può essere concepito solamente in termini di "relazione" tra le "parti". Questa è la nuova immagine che emerge del mondo.



[117] Ludwig Josef Johann Wittgenstein (Vienna, 26 aprile 1889 - Cambridge, 29 aprile 1951).
[118] Ludwig Wittgenstein. *Tractatus logico-philosophicus*. Giulio Einaudi Editore, Torino, 2009, ISBN 978-88-06-20031-2, proposizione 6.3611, p. 103.

6. Dal tempo filosofico al tempo naturalistico e scientifico

"Il *tempo non è un'affezione delle cose, ma solo un mero modo del pensiero.*"
(Baruch Spinoza)

"Il grande artefice della natura è il tempo."
(Georges-Louis Leclerc, conte di Buffon)

Tra il '600 e il '900, accanto alle analisi del problema del tempo fornite dal pensiero filosofico tradizionale [119], si sviluppano nuove visioni naturalistiche e scientifiche del mondo – quelle fornite dalla geologia, dalla paleontologia, dalla biologia con la teoria dell'evoluzione, dalla fisica e dalla cosmologia – che del tempo forniscono prospettive inattese. Durante questo periodo filosofia e scienza sembrano procedere su binari paralleli: i filosofi considerando "vili meccanici" gli scienziati, e questi considerando vaniloqui quelli della stragrande maggioranza dei filosofi, fino alla seconda metà del '900, quando inizia il processo di rivalutazione della loro sinergia da parte della moderna filosofia della scienza [120].

Un primo passo in questa direzione è stato la progressiva rinuncia da parte della filosofia alla pretesa di fornire un accesso privilegiato al sapere nella sua generalità. Un passo non facile, se si pensa che ancora nel 1908 Benedetto Croce [121] in un suo scritto affermava che "*... gli uomini di scienza ... sono l'incarnazione della barbarie mentale, proveniente dalla sostituzione degli schemi ai concetti, dei mucchietti di notizie all'organismo filosofico-storico*" [122]. Ma questo non bastò. Come ci ricorda Armando Massarenti:
"*... il 6 aprile 1911 si tenne il congresso della Società filosofica italiana, fondata e presieduta dal grande matematico Federigo Enriques, un formidabile organizzatore culturale, autore di libri di storia della scienza, cofondatore della casa editrice Zanichelli (con cui pubblicò buona parte delle sue opere) e di riviste filosofiche e scientifiche. Enriques riteneva che una filosofia degna di una società moderna non potesse che essere pensata in stretta connessione con l'avanzare delle scienze. Sapeva di porsi così in aperto contrasto con l'emergente idealismo di Benedetto Croce e Giovanni Gentile, con i quali cercò di ingaggiare un confronto civile, ma rimase sconcertato dalla violenza con cui questi condussero la disputa. Enriques aveva denunciato il loro atteggiamento nei confronti dei saperi scientifici proprio in quanto genericamente liquidatorio e, in definitiva, antifilosofico.*
Quella degli idealisti non era la critica filosofica delle scienze, postpositivista, che egli auspicava, capace di entrare nel merito delle competenze di ambiti specifici e di contribuire alla loro crescita, ma un modo apodittico di negare il connubio tra scienza e filosofia, come se Leibniz e Cartesio non fossero stati insieme filosofi e scienziati, oltre che fondatori della filosofia moderna. Ma fu proprio quel tono sprezzante e liquidatorio a inasprirsi durante la disputa e a segnare la sconfitta di Enriques. Gli fu dato platealmente dell'incompetente. E non solo in campo filosofico. Fu invitato, in

[119] Il tema è estesamente trattato in: Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 225-608.
[120] Il maggior contributo all'idea, vincente, di creare sinergie tra scienza e filosofia, all'interno della moderna filosofia della scienza, lo dobbiamo a Karl Popper.
[121] Benedetto Croce (Pescasseroli, 25 febbraio 1866 - Napoli, 20 novembre 1952).
[122] Benedetto Croce. *Il risveglio filosofico e la cultura italiana*. In: *La critica. Rivista di letteratura, storia e filosofia*. N. 6, 1908, pp. 161-168.

maniera insultante, a parlare solo della sua materia, cioè di matematica, un sapere non per veri filosofi ma per quegli «ingegni minuti» che sarebbero appunto gli scienziati" [[123]].

La svalutazione dei "vili meccanici" aveva del resto in Italia una ben nobile e solida tradizione: "*Fai il tuo mestiere, meccanico, ti prego, se ci riesci; cura i corpi se puoi, e altrimenti uccidi e fatti pagare la mercede del tuo delitto ... ma come potresti osare con inaudito sacrilegio di subordinare la retorica alla medicina, la padrona alla serva, un'arte liberale a un'arte meccanica?*" [[124]] diceva il Petrarca [[125]].

Per fortuna oggi le cose sono migliorate, se Boniolo e Vidali nella introduzione al loro libro sulla filosofia della scienza scrivono:
"*... diventa sempre più impensabile, oggi, occuparsi di etica, di conoscenza, della condizione umana ... senza entrare in contatto con il sapere scientifico: è sempre più impensabile, per il filosofo, misurarsi con gli stessi problemi che incontra lo scienziato, pensando che la sua ricerca non serva ai fini generali della trattazione filosofica. Il peso enorme assunto dalla scienza nelle nostre società fa sì che le questioni scientifiche sempre più spesso siano oggetto di un dibattito sul piano etico, politico, religioso e dello stesso senso comune. In più, e infine, è il modo steso di fare scienza che può servire alla filosofia, che ha molto da imparare dal rigore, dall'onestà, dalla chiarezza nelle procedure e nei significati tipici del fare scienza. Basterebbe richiamare il bisogno, tipicamente scientifico, di mantenere costantemente una semantica operativa, cioè descrivere e teorizzare utilizzando significati traducibili in operazioni riproducibili da altri, in diverse occasioni. Basterebbe quest'insegnamento, irrinunciabile nella scienza, per portare anche nella filosofia un'esigenza comunicativa che spesso le fa difetto, chiusa in un linguaggio settoriale se non arcano*" [[126]].

Ma partiamo con ordine dal '600. Per Cartesio [[127]] il tempo è soggettivo, non esiste al di fuori dell'io, ed è discontinuo, diviso in un'infinità di parti. Nel succedersi temporale il passato scompare e non è più, lasciando spazio solo al presente [[128]]. Per Pascal [[129]] "*... all'espressione tempo, tutti rivolgono il pensiero verso lo stesso oggetto: il che basta per far sì che il temine non abbia bisogno di essere definito*" [[130]]. Da notare che entrambi sono filosofi, ma entrambi sono anche scienziati. Per Spinoza [[131]] "*... il tempo ... non è un'affezione delle cose, ma solo un mero modo del pensiero*" [[132]].

---

[123] Armando Massarenti. *1911-2011: l'Italia della scienza negata*.
https://st.ilsole24ore.com/art/cultura/2011-04-16/cosi-italia-azzoppo-scienza-164249.shtml
[124] "*Mechanice res tuas age, oro te; cura, si potes; si minus, interfice; et precium posce, cum occideris ... Quid te autem non ausurum rear, qui rethoricam medicine subicias, sacrilegio inaudito, ancille dominam, mechanice liberalem?*". Francesco Petrarca. *Invectiva contra medicum quendam*.
https://www.thelatinlibrary.com/petrarchmedicus.html
[125] Francesco Petrarca (Arezzo, 20 luglio 1304 - Arquà, 18-19 luglio 1374).
[126] Giovanni Boniolo, Paolo Vidali. *Introduzione alla filosofia della scienza*. Pearson Paravia Bruno Mondadori, MIlano, 2003, ISBN 88-424-9549-2, p. X.
[127] René Descartes (La Haye en Touraine [oggi Descartes], 31 marzo 1596 - Stoccolma, 11 febbraio 1650).
[128] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 225-227.
[129] Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, 19 giugno 1623 - Parigi, 19 agosto 1662)
[130] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 232.
[131] Baruch Spinoza (Amsterdam, 24 novembre 1632 - L'Aia, 21 febbraio 1677)
[132] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 241.

La tesi "filosofica" di un tempo assoluto che scorre uniforme nel cosmo [133] che Newton adotta al fine di evitare le secche della metafisica, di fatto lo fa ricadere comunque in un assunto metafisico, e determina la reazione di Leibniz [134] e di Berkeley [135], come ricorda Popper [136]:
"*Questa tesi è [peraltro] equivalente ad una cosmologia metafisica che precede lungo le seguenti linee. Esiste il tempo (e presumibilmente lo spazio), e tutto, in natura, accade nel tempo. Il mondo è una totalità di eventi, e non di cose (come Eraclito comprese per primo), e gli eventi sono essenzialmente nel tempo (e presumibilmente nello spazio).*
Questa cosmologia venne sfidata da Leibniz e da Berkeley che proposero, indipendentemente, una teoria relazionale dello spazio e del tempo. Il tempo venne considerato come un sistema di relazioni d'ordine (come prima; dopo; simultaneo) sussistenti fra eventi; e lo spazio come un sistema di relazioni d'ordine sussistenti fra cose. Qui il mondo è ancora una totalità di eventi. Ma questi eventi non sono in un tempo la cui esistenza è una condizione per l'esistenza dell'evento. Piuttosto, è solo la totalità degli eventi che esiste, insieme alle loro relazioni temporali; e «tempo» è soltanto una parola, un nome per il sistema astratto di queste relazioni temporali. Questa tesi ... è stata oggetto di un'accettazione pressoché generale nella scienza anche prima di Einstein" [137].

Superfluo notare che l'assunto metafisico di Newton conduce ad una descrizione del cosmo che nessuna filosofia era stata in grado neppure lontanamente di immaginare. Si potrebbe essere tentati a questo punto di dire che c'è metafisica e metafisica. Ma ovviamente non è così, la metafisica è sempre quella. La differenza sta nella strada seguita a partire dall'assunto. Per il tempo, una strada sempre più sterile nella filosofia, e sempre più stimolante e produttiva nella scienza.

Nell'ambito delle visioni naturalistiche e scientifiche del mondo che vanno emergendo, di grande interesse è la figura di Georges-Louis Leclerc, conte di Buffon [138], che nella sua "*Storia naturale*" si occupa del tempo in termini scientifico-evoluzionistici e formula il concetto di "**tempo geologico**". Secondo Buffon "*il grande artefice della natura è il tempo*" e guardare nei reperti geologici del passato è "*... il solo mezzo per fissare qualche punto nell'immensità dello spazio e per porre qualche pietra numeraria sulla via eterna del tempo*" [139].

Tre anni prima della morte di Buffon il dottor James Hutton [140], un naturalista dilettante, parlando alla Royal Society di Edimburgo, aveva sostenuto che la Terra è incommensurabilmente più antica dei 6000 anni che sarebbero trascorsi dalla creazione, calcolati in base alla cronologia biblica [141] ereditata dal Concilio di Nicea e da allora mai smentita [142], vuoi per convinzione religiosa, vuoi per

---

[133] *"Il tempo assoluto, vero e matematico, in sé e per sua stessa natura, senza relazione con alcunché di esterno, scorre uniformemente".* Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*, p. 5.
[134] Gottfried Wilhelm von Leibniz (Lipsia, 1 luglio 1646 - Hannover, 14 novembre 1716)
[135] George Berkeley (Kilkenny, 12 marzo 1685 - Oxford, 14 gennaio 1753)
[136] Karl Raimund Popper (Vienna, 28 luglio 1902 - Londra, 17 settembre 1994).
[137] Karl. R. Popper. *Poscritto alla Logica della scoperta scientifica. Il realismo e lo scopo della scienza*. Il Saggiatore, Milano, 2009, ISBN 978-88-5650143-8, p. 113.
[138] Georges-Louis Leclerc, conte di Buffon (Montbard, 7 settembre 1707 - Parigi, 16 aprile 1788).
[139] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 282-284.
[140] James Hutton (Edimburgo, 3 giugno 1726 - Edimburgo, 26 marzo 1797).
[141] Jack Repcheck. *L'uomo che scoprì il tempo. James Hutton e l'età della terra*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2004, ISBN 88-7078-864-4.
[142] Da notare che la cronologia biblica era stata analizzata anche da Newton, che l'aveva ritenuta valida e confermata.

i seri rischi personali cui indubitabilmente si sarebbe esposto chiunque l'avesse messa in discussione. Il **tempo religioso** sta diventando un **tempo laico**, e il **tempo filosofico** sta diventando un **tempo scientifico**.

Tornando alla filosofia, secondo David Hume [143] "*l'idea del tempo non deriva da un'impressione particolare mescolata ad altre, e da queste nettamente distinguibile, ma nasce dalla maniera complessiva con la quale le impressioni si affacciano alla mente, senza essere nessuna di esse*" [144]. Di Kant e della sua critica al tempo assoluto newtoniano, basata sul fatto che *"... il tempo è dunque unicamente condizione soggettiva della nostra (umana) intuizione ... e non è nulla in sé stesso, fuori del soggetto"* è già detto altrove.

Arrivato all'idealismo, alla filosofia di Fichte [145], Schelling [146] e Hegel [147], mi risparmio la fatica (devo essere sincero: li detesto) riportando il giudizio su di loro dato da Schopenhauer [148] che nel primo scritto della raccolta "*Schizzo di una storia della teoria dell'ideale e del reale*" del suo "*Parega e paralipomena*" [149], esordisce con:
"*...Chi legge quindi Kant, Hume, Malebranche, Spinoza e Cartesio sente di elevarsi ed è penetrato di gioia: ciò è determinato dalla comunione con uno spirito nobile, che ha pensieri e che suscita pensieri, che pensa e che fa pensare. Il contrario di tutto ciò si verifica nel leggere i sunnominati tre sofisti tedeschi [nota: Fichte, Schelling e Hegel] ... Da ogni pagina, da ogni riga traspare la preoccupazione di abbindolare e di ingannare il lettore, e ora di sbalordirlo facendogli impressione, ora di assordarlo con frasi incomprensibili, anzi con vuote sciocchezze, ora di intontirlo con l'impudenza delle affermazioni...*" [150]. Continua ancora Schopenhauer nello scritto dal titolo "*Sulla filosofia delle università*" a proposito dei "filosofastri" seguaci dei tre sunnominati, e sempre rivolgendosi indirettamente ai tre:
"...si rifletta poi, e si calcoli l'inestimabile tempo – senza contare la carta e il denaro – che ha dovuto perdere il pubblico con tali ciarlatanerie ... dal momento che si legge senza mai acquisire neppure un pensiero, e che lo scrittore anch'egli senza avere nulla di chiaro né di determinato dinnanzi, ammucchia parole su parole, frasi su frasi, e non dice nulla, poiché non ha nulla da dire, non sa e non pensa nulla, eppur vuol parlare, e sceglie quindi le sua parole non in quanto esprimono più precisamente i suoi pensieri e le sue idee, ma in quanto ne nascondono più appropriatamente la mancanza... e così si va avanti da mezzo secolo, senza che i lettori si rendano conto di inghiottire semplicemente dell'aria, cioè che essi, come si dice in spagnolo, 'papan viento' ... [e] ... per tenere in movimento questi mulini, viene applicato spesso un artificio tutto particolare, la cui invenzione è da attribuirsi ai signori Fichte e Schelling. Mi riferisco allo scaltro stratagemma di scrivere in modo oscuro, cioè incomprensibile; a tal riguardo la vera e propria finezza sta nel presentare il proprio caos in modo che il lettore debba credere sua la colpa di non comprendere nulla; lo scrittore invece sa benissimo che ciò dipende da lui, non avendo per

[143] David Hume (Edimburgo, 7 maggio 1711 - Edimburgo, 25 agosto 1776). La data di nascita è espressa secondo il calendario gregoriano. Secondo quello giuliano, ancora vigente a quel tempo in Scozia, la data era il 26 aprile.
[144] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 275.
[145] Johann Gottlieb Fichte (Rammenau, 19 maggio 1762 - Berlino, 27 gennaio 1814).
[146] Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (Leonberg, 27 gennaio 1775 - Bad Ragaz, 20 agosto 1854).
[147] Georg Wilhelm Friedrich Hegel (Stoccarda, 27 agosto 1770 - Berlino, 14 novembre 1831).
[148] Arthur Schopenhauer (Danzica, 22 febbraio 1788 - Francoforte sul Meno, 21 settembre 1860).
[149] Arthur Schopenahuer. *Parerga e paralipomena*. Adelphi edizioni, novembre 2007, ISBN 978-88-459-1422-5.
[150] Arthur Schopenahuer. *Parerga e paralipomena*, pp. 45-46.

l'appunto da comunicare nulla di veramente comprensibile, cioè di chiaramente pensato ..." [151]. E continua con la sua critica al vetriolo: "*...secondo il metodo omeopatico un minimo insignificante di pensiero viene diluito in un profluvio di parole che riempiono cinquanta pagine...*" [152], mentre riferendosi nuovamente ai tre sunnominati attacca direttamente il "*...goffo e disgustoso ciarlatano Hegel, quest'uomo pernicioso, che ha disorganizzato completamente e rovinato i cervelli di tutta una generazione...*" [153].

Superate le difficoltà che avrei avuto a presentare l'analisi del tempo dei tre filosofi sunnominati, va detto che per Schopenhauer stesso il tempo è un a priori, che riguarda la conoscibilità delle cose e non le cose stesse in quanto "... *che tempo e spazio appartengano al soggetto, che siano la forma e la maniera, come si compie nel cervello il processo dell'appercezione obiettiva, ha già una prova sufficiente nella completa impossibilità di togliere dal pensiero tempo e spazio, mentre si può assai facilmente non pensare quel che si rappresenta in essi*". Insomma Schopenhauer dice sostanzialmente che il tempo è cablato nel cervello: una intuizione altrettanto formidabile quanto quella di Kant, ma con in aggiunta l'ulteriore intuizione del collegamento con il substrato biologico della mente. Uno straordinario anticipo della strada imboccata dalle moderne neurobiologia e scienze cognitive.

Nel 1831, anno della morte di Hegel, Charles Darwin [154] è a bordo del HMS Beagle:
"*Mentre era, sul finire del 1831, a bordo dello HMS Beagle, in viaggio alla volta di isole dei tropici ove doveva maturare la sua teoria dell'evoluzione, Darwin studiava con attenzione il libro di Charles Lyell da poco pubblicato con il titolo The principles of Geology (Principi di geologia, 1839). Costui aveva appena riscoperto il lavoro di Hutton, une generazione dopo che era stato dimenticato da quasi tutti gli studiosi. Secondo Darwin, il punto chiave del libro di Lyell coincideva proprio con l'idea che la Terra fosse molto vecchia ... un'idea la cui paternità Lyell attribuisce esplicitamente a Hutton nelle prime pagine dei Principles. L'antichità della Terra doveva costituire per Darwin una vera rivelazione. All'Università di Cambridge gli era stato insegnato a prestar fede agli insegnamenti della Genesi; e inizialmente si era mostrato assai scettico verso tutte quelle posizioni che contraddicevano idee all'epoca così condivise. Però, durante l'esplorazione di Sant'Jago, una delle isole dell'arcipelago di Capo Verde, al largo della costa africana – prima tappa del Beagle –, aveva osservato un'intatta striscia rocciosa, detta strato, formata da conchiglie e coralli. Era a tal punto intatta, che sembrava una barriera corallina che in qualche modo si fosse pietrificata. Una tale striscia di conchiglie e coralli, tuttavia non era così rara; ma questa si trovava all'altezza di quindici metri sul livello del mare. Il solo modo in cui il delicato strato di fossili marini avrebbe potuto raggiungere quel livello era grazie al graduale sollevamento del terreno, un processo che era stato descritto da Lyell e, prima di lui, da Hutton. Lo strato di Sant'Jago doveva mostrare a Darwin che Lyell e Hutton erano ne giusto: la Terra era antica*" [155]. Altro che i 6000 anni della Bibbia. Davanti a Darwin si stava aprendo l'abisso di tempo appena scoperto dai geologi nelle pieghe della crosta terrestre. E per la sua teoria dell'origine delle specie [156] uno degli elementi chiave era proprio il tempo.

---

[151] Arthur Schopenahuer. *Parerga e paralipomena*, pp. 227-228.
[152] Arthur Schopenahuer. *Parerga e paralipomena*, p. 230.
[153] Arthur Schopenahuer. *Parerga e paralipomena*, p. 237.
[154] Charles Robert Darwin (Shrewsbury, 12 febbraio 1809 - Londra, 19 aprile 1882).
[155] *Jack Repcheck. L'uomo che scoprì il tempo. James Hutton e l'età della terra*, p. 14.
[156] Charles Darwin. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 6a edizione 1872. Tradotto in: Charles Darwin. *L'origine delle specie*. Editore Boringhieri, Torino, 1967, sesta impressione 1982, CL 61-8840-0.

La filosofia continua a tornare sul problema del tempo con:
→ Herbart [157], successore di Kant alla cattedra di Könisberg, secondo il quale il tempo è una retta: "*La costruzione della linea, com'è noto, va all'infinito in due direzioni, opposte. Il tempo non può sottrarsi a questa costruzione. Infatti la contiguità di due punti che indica la successione sin può sempre spostare ... Il tempo invece si sottrae ad ogni costruzione del tipo di quella della superficie o del corso. Perché esso è il numero e, se immaginato come una linea, è rettilineo, in conseguenza del "fra"determinato, che domina tra i suoi punti*" [158];
→ Nietzsche [159], che elabora il concetto dell'eterno ritorno e propone una concezione ciclica del tempo, negazione di ogni ordine e fine nell'universo [160];
→ Marx [161], secondo il quale "*... il tempo lavoro è l'esistenza quantitativa del lavoro. La diversità della propria durata è l'unica differenza di cui sia suscettibile il lavoro, presupposta come data la sua qualità*" [162];
→ Spencer [163], che ritiene che "*... la diretta testimonianza della coscienza è, che il Tempo e lo Spazio non sono nella mente, ma fuori della mente; e così assolutamente indipendenti da non potersi concepire ch'essi diventerebbero non esistenti, anche supponendo che la mente cessasse di esistere*" [164].

Nel frattempo dopo la **geologia** (con Buffon, con Hutton e con Lyell) e dopo la **biologia** (con Charles Darwin), anche la **fisica**, prima con Boltzmann [165] e Mach, alla fine dell'800, poi con Poincaré, e infine con Einstein, ai primi del '900, entra nel problema del tempo, e questa volta con la rivoluzione della teoria della relatività [166].

Il segno vero della crisi tra filosofia e scienza sul tempo, e della disfatta della prima, è incarnato dalla seduta del 6 aprile 1922 della "*Société française de Philosophie*" nella quale Einstein espose la sua teoria, alla quale Henri Bergson [167] indirizzò alcune critiche, uscendone malconcio, e dalla successiva uscita dell'opera "*Durata e simultaneità. A proposito della teoria di Einstein*" di Bergson. Basti dire che a proposito di Bergson Einstein diceva "*Che Dio lo perdoni*", e che Bergson, date le polemiche suscitate, decise nel 1931 di bloccare la pubblicazione dell'opera [168]. E a proposito del tempo Einstein commentò lapidariamente le idee di Bergson: "*Non c'è un tempo dei filosofi; non c'è che un tempo psicologico diverso dal tempo del fisico*". E per chiudere vale la pena di ricordare quanto scrisse Eddington [169]:
"*Qualche volta ho pensato che sarebbe molto interessante ascoltare una discussione fra un Astronomo e un Filosofo, per esempio il prof. Bergson, sulla natura del tempo. L'autorità del prof. Bergson in materia è ben conosciuta; e posso d'altra parte ricordarvi che gli Astronomi hanno il*

[157] Johann Friedrich Herbart (Oldenburg, 4 maggio 1776 - Gottinga, 14 agosto 1841).
[158] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 324.
[159] Friedrich Wilhelm Nietzsche (Röcken, 15 ottobre 1844 - Weimar, 25 agosto 1900).
[160] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 340.
[161] Karl Marx (Treviri, 5 maggio 1818 - Londra, 14 marzo 1883).
[162] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 348.
[163] Herbert Spencer (Derby, 27 aprile 1820 - Brighton, 8 dicembre 1903).
[164] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 353.
[165] Ludwig Eduard Boltzmann (Vienna, 20 febbraio 1844 - Duino, 5 settembre 1906).
[166] Vedi il capitolo 5 - *Dal tempo assoluto al tempo relativo*.
[167] Henri-Louis Bergson (Parigi, 18 ottobre 1859 - Parigi, 4 gennaio 1941).
[168] Per il tema del tempo in Bergson vedere Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, pp. 373-387.
[169] Arthur Stanley Eddington (Kendal, 28 dicembre 1882 - Cambridge, 22 novembre 1944).

compito di determinare il tempo per il nostro uso giornaliero, di modo che è presumibile che essi abbiano una qualche idea precisa di ciò che devono determinare. Devo assegnare come data per la discussione quella di molti anni fa, prima che il diffondersi delle idee di Einstein portasse tra i due un rapprochement. Probabilmente vi sarebbe stata tra di loro un acuto disaccordo, e sono portato a credere che il Filosofo avrebbe avuto la meglio nella discussione. Dopo aver dimostrato che l'idea del tempo dell'Astronomo era del tutto priva di senso, probabilmente il prof. Bergson avrebbe terminato la discussione dando un'occhiata al suo orologio e andandosene poi via di corsa per prendere un treno che partiva secondo il tempo dell'Astronomo" [170].

Per Bergson il punto cruciale è dato dalla distinzione tra tempo "quantitativo" e durata "qualitativa". Su questo tema e sulla sua indubbia capacità narrativa (fu non a caso premio Nobel per la letteratura nel 1927) ha costruito la sua fortuna. Ma, come emerge chiaramente, quello che rappresenta nelle sue opere è semplicemente il tempo psicologico, in una versione ammodernata del tempo agostiniano.

Ecco infine alcuni più recenti filosofi che si sono occupati del problema del tempo e che Taroni ci ricorda nel suo libro:
→ Bachelard [171], il cui merito è di avere polemizzato contro la durata bergsoniana, diventa però di problematica comprensione laddove "*sia per il tempo della scienza, sia per il tempo della coscienza, la riflessione bachelardiana si indirizza verso la pluralità e la discontinuità caratteristiche di una metafisica coscienzialista dell'istante*" [172];
→ secondo Bradley [173] "*che tempo e spazio siano pure apparenze è una conclusione assolutamente certa; non è men vero, d'altra parte, che essi esistono, per cui dovranno pure in qualche modo appartenere al nostro Assoluto*" [174], una affermazione che sembra puntare tutto sull'incoerenza logica per lasciare non si sa quale segno nel lettore. Da notare a questo proposito che Bradley era un grande ammiratore di Hegel, e che pertanto questa sia affermazione potrebbe trovare una spiegazione nelle considerazioni che Schopenhauer ci ha lasciato su Hegel (vedi alle pagine precedenti);
→ secondo McTaggart [175] "*niente è realmente presente, passato o futuro ... e niente è realmente nel tempo*" [176];
→ Martin Heidegger [177] interviene nel problema del tempo con "*Essere e tempo*", che viene considerato il suo capolavoro;
→ Wittgenstein sostiene che gli errori filosofici più grossolani si presentano sempre quando si vuole applicare il nostro linguaggio comune – del mondo fisico – nell'ambito del dato immediato: "*Che cos'è il tempo? – già nella domanda sta l'errore. Come se la domanda fosse di che cosa, di quale materia, è fatto il tempo?*" [178];
→ secondo Cassirer [179] "*lo spazio e il tempo sono le forme generali dell'esperienza umana della*

[170] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 402.
[171] Gaston Bachelard (Bar-sur-Aube, 27 giugno 1884 - Parigi, 16 ottobre 1962).
[172] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 410.
[173] Francis Herbert Bradley (Clapham, 30 gennaio 1846 - Oxford, 18 settembre 1924).
[174] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 443.
[175] John McTaggart Ellis McTaggart o J. M. E. McTaggart (Londra, 3 settembre 1866 - Londra, 18 gennaio 1925).
[176] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 457.
[177] Martin Heidegger (Meßkirch, 26 settembre 1889 - Friburgo in Brisgovia, 26 maggio 1976).
[178] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 501.
[179] Ernst Cassirer (Breslavia, 28 luglio 1874 - New York, 13 aprile 1945).

realtà. Non possiamo concepire nessuna realtà se non sotto le condizioni spazio-temporali" [180];
→ per Gadamer infine [181] "*l'enigma del tempo consiste nel fatto che tutto ciò che si incontra nella realtà ha un limite e che, tuttavia, la nostra facoltà di rappresentazione non conosce alcun confine che non possa essere oltrepassato*" [182].

Insomma sembra proprio che tra il '600 e il '900 ogni filosofo, sul concetto di tempo, abbia voluto dire la sua. Ma sembra anche molto difficile trovare qualcosa che abbia lasciato sul tempo gli stessi segni che ha lasciato la scienza. Che nel frattempo, all'inizio del terzo millennio, lascia intravedere sul tema del tempo altre potenzialità rivoluzionarie, anche se per ora tutte da valutare, da parte della moderna cosmologia [183][184] e della gravità quantistica [185][186][187].

---

[180] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 555.
[181] Hans-Georg Gadamer (Marburgo, 11 febbraio 1900 - Heidelberg, 13 marzo 2002).
[182] Paolo Taroni. *Filosofie del tempo*, p. 607.
[183] Paul Davies. *I misteri del tempo. L'universo dopo Einstein*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1997, ISBN 978-88-04-42736-0.
[184] Stephen Hawking. *Inizio del tempo e fine della fiisica*. Arnoldo Mondadori Editore, MIlano, 1997, ISBN 88-04-47768-7.
[185] Carlo Rovelli. *La realtà non è come ci appare. La struttura elementare delle cose*, pp. 125-169.
[186] Stephen Hawking. *La grande storia del tempo*. RCS Libri, Milano, 2005, ISBN 978-88-17-00715-3, pp. 104-125.
[187] Carlo Rovelli. *Sette brevi lezioni di fisica*. Adelphi Edizioni, Milano, 2014, ISBN 978-88-459-2925-0, pp. 47-56.

7. Esperienza comune e freccia del tempo

"Lo spazio e il tempo sono le forme generali dell'esperienza umana della realtà. Non possiamo concepire nessuna realtà se non sotto le condizioni spazio-temporali."
(Ernst Cassirer)

"Perché ricordiamo il passato ma non il futuro?"
(Stephen Hawking)

Dopo il senso di impotenza e di frustrazione – per l'evidente impossibilità di afferrare il bandolo della matassa e trovare una sintesi – conseguente alla scoperta, esito delle mie ricerche, della congerie di (apparenti) soluzioni al problema del tempo che si sono succedute nella storia del pensiero filosofico, un minimo di serenità mi è tornata leggendo quanto scrive Mauro Dorato [188]:
"... [sono due le] *visioni del tempo che attualmente si fronteggiano nell'arena filosofico-analitica, la* ***teoria A*** *e la* ***teoria B*** *... La concezione che rispecchia meglio il punto di vista del senso comune è una particolare versione della teoria A, il* ***presentismo****, in base alla quale esiste solo ciò che è presente. La teoria B è più distante dal senso comune, perché non riconosce l'esistenza di un momento presente ontologicamente privilegiato, ma considera passato, presente e futuro come distinzioni prive di portata ontologica, analoghe alla distinzione tra ciò che è qui e ciò che è là. Per questi motivi, la teoria B del tempo è tipicamente associata alla teoria della relatività*".

Anche se della teoria A e della teoria B, come Dorato tiene a precisare, esistono varianti e sottovarianti, questa nuova impostazione è importante: come dire che finalmente si è incominciato a cercare di mettere un po' di ordine in una materia, certo, maledettamente metafisica, ma nella quale la filosofia, con rarissime eccezioni, non ha certo brillato per linearità, chiarezza terminologica e strutturazione del pensiero, né soprattutto per l'efficacia esplicativa alla quale dovrebbe tendere.

Per capire meglio, le due teorie derivano dalla definizione di tempo che troviamo riportata in Francesco Origlia [189]:
"*Definizione del Tempo. Il tempo è un sistema di elementi tali che (I) tra essi intercorrono relazioni quali 'prima' e 'dopo', che chiamiamo* B-relazioni*; e (II) ad essi sono attribuibili proprietà quali ... 'passato', 'presente' e 'futuro' che chiamiamo* A-proprietà*. Questi elementi li chiamiamo temporali proprio in quanto sono connessi tra loro da* B-relazioni *e in quanto godono di A-proprietà. La distinzione ... è dovuta a James Ellis McTaggart ... ed è ormai consolidata in filosofia del tempo ... portando alla distinzione tra* teoria A *e* teoria B". Esempi di elementi temporali sono: la nascita di Aristotele, la fondazione di Roma, la battaglia di Waterloo, il momento in cui Alberto Tomba ha tagliato il traguardo nella gara di slalom gigante ai XVI Giochi olimpici invernali di Albertville nel 1992, eccetera.

Sistema, elementi, proprietà e relazioni: è evidente la derivazione di questa definizione dalla teoria

[188] Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*. Carocci editore, Roma, 2013, ISBN 978-88-430-6696-4, p. 11.
[189] Francesco Orilia. *Filosofia del tempo. Il dibattito contemporaneo*. Carocci editore, Roma, 2012, ISBN 978-88430-6635-3, pp. 16-17.

dei sistemi [190][191]. Ma ora quello che interessa è continuare a chiarirci ulteriormente le idee con Mauro Dorato:
"*Cominciamo dalla nostra esperienza, visto che la sua caratterizzazione e accessibile a tutti noi indipendentemente dalle conoscenze scientifiche che possediamo. Schematizzando, le caratteristiche salienti del tempo dell'esperienza umana sono tre, e tutte presuppongono la pervasività e il carattere essenziale della distinzione tra passato, presente e futuro...*
La prima caratteristica del tempo della nostra esperienza è che la distinzione tra passato, presente e futuro è caratterizzata in senso ontologico: per il senso comune solo il presente esiste, dato che il passato (che non è più) esiste solo nella nostra memoria (allorché ricordiamo un evento passato nell'istante presente), e il futuro (che non è ancora) esiste solo nell'anticipazione nell'istante presente di ciò che accadrà. In un certo senso, passato e futuro sembrano esistere solo nella nostra mente e solo ciò che è presente sembra esistere indipendentemente da noi. La teoria detta presentismo sostiene che tutto ciò che esiste in modo concreto esiste solo nel presente, ed è importante ricordare che questa posizione non è un'invenzione dei filosofi contemporanei di lingua anglosassone. Tanto per citare due illustri filosofi del passato il presentismo ha incontrato illustri sostenitori in Agostino e in Thomas Hobbes:
"[...] né futuro né passato esistono. È inesatto dire che i tempi sono tre: passato, presente e futuro. Forse sarebbe esatto dire che i tempi sono tre: presente del passato, presente del presente, presente del futuro. Queste tre specie di tempi esistono in qualche modo nell'animo e non le vedo altrove: il presente del passato è la memoria, il presente del presente la visione, il presente del futuro l'attesa" (Agostino, Confessioni, X, 20-26.
"Solo il presente esiste in natura: gli eventi passati esistono solo nella memoria, ma gli eventi futuri non esistono affatto, dato che il futuro non è null'altro che una finzione della mente che applica la successione delle azioni passate a quelle che sono presenti" (Hobbes, The Leviathan, Prometeus Books, New York, trad. it Leviatano, BUR, Milano 2011, p.190).

*Il **presentismo** è ritenuto la tesi metafisica più vicina al senso comune...*

La seconda caratteristica del tempo esperienziale è quella forse più difficile da definire in modo chiaro, dato che consiste nel sostenere che il presente "scorre" o "fluisce". Quel che esperiamo come presente muta costantemente, ed eventi anticipati come futuri (la fine dell'anno in corso) si avvicinano sempre più ogni giorno che passa, poi diventano presenti, infine recedono sempre più nel passato. Questa caratteristica transiente del tempo della nostra esperienza è il suo "passaggio", spesso più tecnicamente descritto come divenire...
La terza caratteristica del tempo della nostra esperienza e l'immutabilità e l'irrecuperabilità del passato, di fronte a un futuro concepito come da noi modificabile e quindi "aperto" almeno in parte alla nostra influenza causale. Dire che il passato è immutabile è un altro modo per dire che tutte le nostre azioni sono rivolte al futuro: chi provasse a evitare che accade qualcosa che è già avvenuto, o modificare anche solo in parte il passato, sarebbe ritenuto pazzo. L'irrecuperabilità del passato si può spiegare con un semplice esempio: mentre possiamo tornare più volte in uno stesso luogo (uno stesso "qui"), non possiamo ritornare due volte nello stesso tempo (uno stesso "ora"). Questa caratteristica è legata in parte a quella che si chiama "freccia del tempo", costituita dall'asimmetria temporale di alcuni processi fisici: il caffellatte non si separa spontaneamente in caffè e in latte dopo aver mischiato i due liquidi; lo stato iniziale di separazione non è di nuovo

[190] Ludwig von Bertalannfy. *Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppi, applicazioni*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 2004, ISBN 88-04-53342-0.
[191] Ludwig von Bertalanffy (Vienna, 19 settembre 1901 - New York, 12 giugno 1972).

ripristinabile o recuperabile in modo spontaneo. Allo stesso modo un gas che abbia raggiunto l'equilibrio termico dopo che sia stata rimossa una barriera che separava un gas caldo da uno freddo, non si separa spontaneamente di nuovo in una parte fredda in una parte calda, uno stato ordinato che è irrecuperabile nello stesso senso in cui una persona vecchia non ritorna più giovane" [192].

Secondo Stephen W. Hawking "e*sistono almeno tre frecce del tempo diverse. Innanzitutto c'è la freccia del tempo termodinamica: la direzione del tempo in cui aumenta il disordine o l'entropia. Poi c'è la freccia del tempo psicologica: la direzione in cui noi sentiamo che passa il tempo, la direzione in cui ricordiamo il passato ma non il futuro. Infine c'è la freccia del tempo cosmologica: la direzione del tempo in cui l'universo si sta espandendo anziché contraendo*" [193].

Dall'esperienza comune emerge, oltre alla distinzione tra passato, presente e futuro, una seconda proprietà del tempo: la sua irreversibilità. Se possiamo ritornare nello stesso posto, non possiamo ritornare nello stesso tempo. Il tempo scorre, nel senso che il presente si aggiorna di continuo. Ora, nel tempo presente, sto leggendo questa frase: la lettura delle frasi precedente è un evento che già appartiene al tempo passato. Il tempo scorre, e lo fa in un'unica direzione. Questa asimmetria che emerge appunto dall'esperienza comune corrisponde a quella che viene comunemente chiamata la **freccia del tempo psicologica**.

Ma anche la fisica ha le sue frecce del tempo. Il secondo principio della termodinamica (provato tra le altre cose dal fatto che non è mai stato possibile realizzare il moto perpetuo) nasce dalla constatazione che è possibile trasformare tutto il lavoro in calore, ma non è possibile trasformare tutto il calore in lavoro. Questa asimmetria della natura corrisponde alla constatazione che l'entropia (in un sistema chiuso) aumenta sempre quando avviene una trasformazione spontanea. E il secondo principio della termodinamica, espresso dall'equazione di Boltzmann [$S = k \cdot \log W$] ci dice che la cause risiede in una asimmetria nel modo di organizzazione della materia nell'universo [194]: che su scala cosmologica procede sempre dall'ordine verso il disordine [195]. Questa

[192] Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*, pp. 15-18.
[193] Vedi A8 - *Il tempo secondo Stephen Hawkin*g.
[194] Per approfondimenti sulla termodinamica vedi: Peter W. Atkins. *Il secondo principio*. Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1988, ISBN 88-08-05338-5. E per una guida più concisa: Vittorio Silvestrini. *Che cos'è l'entropia. Ordine, disordine, evoluzione dei sistemi*. Editori Riuniti university press, Roma, 2011, ISBN 978-88-6473-070-7.
[195] Non è in contraddizione con questo principio il fatto che, (i) in sistemi termodinamicamente aperti e (ii) localmente, l'ordine possa aumentare, come accade nei sistemi viventi. Vedi a questo proposito:
- Richard A. Muller. *Adesso. La nuova fisica del tempo*. Rizzoli Libri, MIlano, 2016, ISBN 978-88-09124-4, pp. 228-229.
- "*... in presenza di un stato stazionario di non equilibrio ... può originarsi l'ordine a prtire da uno stato disordinato [e pertanto] ... I sistemi viventi ... cercano di evitare l'equilibrio termodinamico, mantenendosi il più lontano possibile da quello stato, auto-organizzandosi grazie ai flussi di materia ed energia che provengono dall'esterno e dai sistemi a temperature differenti e con differenti condizioni energetiche*". In: Enzo Tiezzi. *Verso una fisica evolutiva. Natura e tempo*. Donzelli editore, Roma, 2006, ISBN 978-88-6036-075-7, p. 67.
- "*I conigli, come le primule, i rapanelli, i maiali e le persone, sono parte della grande rete, l'interconnessione cosmica che permette l'emergere di strutture temporanee, mentre la degenerazione spinge inesorabilmente*

constatazione ha portato all'idea della **freccia del tempo termodinamica**:
"*Eddington dichiarava che c'era soltanto una legge della fisica che aveva la freccia del tempo: la Seconda legge della termodinamica. Tutte le altre teorie fisiche – meccanica classica, elettricità e magnetismo, persino il campo, allora ancora in evoluzione, della fisica quantistica – sembravano incapaci di distinguere il passato dal futuro. I pianeti potrebbero muoversi all'indietro nelle loro orbite, seguendo esattamente le medesime leggi. Un'antenna costruita per emettere onde radio potrebbe facilmente diventare un'antenna per riceverle. Gli atomi emettono luce, ma la assorbono anche; le medesime equazioni descrivono entrambi questi comportamenti. Se proiettate un film all'indietro, non violate nessuna legge fisica; o meglio, nessuna tranne la seconda Legge della termodinamica. Nessuna, tranne la legge che dice che, col passare del tempo, l'entropia aumenterà sempre... [ma] ... la teoria di Eddington sulla freccia dell'entropia non è mai stata falsificabile. Peggio ancora, non ha mai avuto una base empirica e, nei suoi quasi nove decenni di storia, non ne ha mai sviluppata una. L'unica giustificazione a cui poteva appoggiarsi era che sia l'entropia sia il tempo stavano crescendo; ma questa è una correlazione, non un rapporto causale. Cum hoc, ergo propter hoc...*" [196].

Muller indica altre frecce che sono state prese in considerazione come alternativa alla freccia entropica del tempo: la freccia dei buchi neri, la freccia della radiazione [197], la freccia antropica,la violazione della simmetria per inversione temporale. Ma quella che potrebbe portare una nuova rivoluzione nella concezione del tempo potrebbe essere un modo particolare di intendere la **freccia del tempo cosmologica**, legata all'espansione dell'universo. Se l'universo si sta espandendo (ed esistono attualmente molte evidenze e pochi dubbi in proposito), e se l'universo possiede tre dimensioni dello spazio e una dimensione del tempo, che Einstein nella relatività generale ha fuso in uno spaziotempo a quattro dimensioni, l'idea di Muller è che siano tutte quattro le dimensioni ad espandersi:
"*Mentre lo spazio si espande, altrettanto fa il tempo. Gli elementi del tempo in cui ha già operato la meccanica quantistica, attraverso un misterioso processo di misurazione che non comprendiamo ancora, sono ciò che chiamiamo passato. Noi viviamo esattamente come viviamo nel presente, ma non possiamo cambiare il passato. L'adesso è il momento speciale del tempo che è stato appena creato nell'espansione dell'universo quadridimensionale, come parte di un Big Bang in 4D che procede ininterrottamente. Per flusso del tempo intendiamo la continua aggiunta di nuovi istanti,*

---

l'universo verso il suo stato di equilibrio finale". In: Peter W. Atkins. *Il secondo principio, p. 202.*
- *"Ed è del caos alla periferia del mondo che si alimenta l'ordine del mondo"*. In: Friedrich Cramer. *Caos e ordine. La complessa struttura del vivente*. Bollati Boringhieri editore, Torino, 1994, ISBN 88-339-0821-6, p. 276.
- Ilya Prigogine. *La fine delle certezze. Il tempo, il caos e le leggi della natura*. Bollati Boringhieri editore, Torino, 1997, ISBN 978-88-339-1030-7.
- Ilya Prigogine. *Le leggi del caos*. Gius. Laaterza & Figli, Roma-Bari, 1993, ISBN 978-88-420-6883-9.
- Ilya Prigogine e Isabelle Stengers. *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*. Giulio EInaudi esitore, Torino, 1999, ISBN 978-88-06-15304-8.
[196] Richard A. Muller. Adesso. *La nuova fisica del tempo*, p. 160 e p. 230.
[197] Se si lancia un sasso in uno specchio d'acqua si vedono onde circolari divergere dal punto in cui il sasso è caduto. Non accade mai di vedere onde circolari convergere spontaneamente verso uno stesso punto, nonostante questo sia compatibile con le equazioni, temporalmente simmetriche, che descrivono la propogazione di queste onde. Analogamente da un'antenna è possibile far propagare nello spazio onde elettromagnetiche sferiche. Ma nonostante le equazioni di Maxwell dell'elettromagnetismo lo consentano, essendo temporalmente simmetriche, non si assiste mai al fenomeno inverso di onde elettromagnetiche che spontaneamente convergono verso l'antenna.

istanti in cui traiamo la sensazione che il tempo si muova in avanti, con la continua creazioni di nuovi adesso. L'adesso è il solo momento in cui possiamo esercitare la nostra influenza" [198].

Nel caso della relatività, come scrive Craig Callender , "... *si potrebbe dire che la differenza tra spazio e tempo sia quasi sparita e che la vera arena degli eventi in un universo relativistico sia un grosso blocco quadridimensionale. Sembra che la relatività spazializzi il tempo, trasformandolo in un'ulteriore direzione all'interno del blocco. Lo spazio-tempo è come una pagnotta che si può affettare in vari modi, chiamati "spazio" o "tempo" quasi arbitrariamente. Ma anche nella relatività generale il tempo ha una funzione distinta e importante: distingue localmente tra direzioni di "tipo tempo" e di "tipo spazio". Gli eventi con una relazione di tipo tempo possono avere tra loro un nesso causale. Sono eventi per cui un oggetto o un segnale può passare da uno all'altro, influenzando ciò che accade. Gli eventi con una relazione di tipo spazio, invece, non sono collegati in modo causale. Nessun oggetto o segnale può passare dall'uno all'altro. Dal punto di vista matematico c'è solo un segno meno che distingue le due direzioni, eppure questo segno meno ha effetti enormi. Gli osservatori sono in disaccordo sulla successione degli eventi di tipo spazio, ma tutti concordano sugli eventi di tipo tempo. Se un osservatore percepisce che un evento può causarne un altro, allora lo percepiscono tutti gli osservatori ... Per essere precisi, il tempo è la direzione all'interno dello spazio-tempo in cui è possibile fare buone previsioni: la direzione in cui possiamo raccontare le storie più ricche di informazione. La narrazione dell'universo non si sviluppa nello spazio, si sviluppa nel tempo [*[199].

Nella relatività il tempo ha quindi una funzione importante: ma non prevede la distinzione tra passato, presente e futuro. Contrapposto al **presentismo** (teoria A), che abbiamo visto rispecchiare l'esperienza comune, l'**eternalismo** (teoria B) espresso nella teoria della relatività, senza distinzione tra passato, presente e futuro, è una concezione che il senso comune trova difficile accettare. E, come ricorda Orilia, "*una teoria più in linea con il senso comune e il linguaggio ordinario gode di un credito iniziale che la rende preferibile ad altre che se ne discostano maggiormente, almeno fino a quando alla luce dell'analisi filosofica e dell'indagine scientifica la teoria non si riveli inadeguata e una teoria alternativa sia in grado di sostituirla*" [200].

Anche se la prudenza inviterebbe ad essere conservativi, ci sono stati esempi notevoli di teorie che sono state accettate e acriticamente date per ovvie per secoli, essendo in linea con il senso comune, che si sono poi rivelate sbagliate. Valga per tutte la teoria tolemaica. C'è voluto del bello e del buono per convincerci che non è il cielo stellato che ruota attorno alla terra, ma è la terra che ruota su sé stessa. Nel frattempo "*il senso comune*" aveva indotto una sorta di paralisi del pensiero che certamente non ha giovato. Parrebbe allora sensato mettere alla prova la teoria B, quella più lontana dal senso comune, con domande del tipo:
"*Fino a che punto la fisica relativistica (speciale e generale) permette di attribuire una qualche oggettività al divenire temporale? L'esser presente è una proprietà intrinseca degli eventi (e quindi del tutto indipendente dalla nostra coscienza), acquisita via via da eventi temporalmente successivi, o invece dipende – come la fisica relativistica, integrata da alcuni dati neurocognitivi e da importanti teorie filosofiche contemporanee, sembra suggerire – dalla prospettiva di agenti*

[198] Richard A. Muller. *Adesso. La nuova fisica del tempo*, pp. 402-403.
[199] Craig Callender. *Il tempo è un'illusione?* Le Scienze, 504, 57-63 (2010).
https://download.kataweb.it/lescienze/media/pdf/TempoIllusione_Callander.pdf
[200] Francesco Orilia. *Filosofia del tempo. Il dibattito contemporaneo*, p. 68.

dotati di strutture percettive e cognitive simili alle nostre?" [201].

Sono queste alcune tra le domande alla base del dibattito attuale.

_____

[201] Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*, p. 13.

8. Realtà e irrealtà del tempo

"Le neuroscienze non hanno preso in considerazione l'opinione della fisica sul tempo e sulla sua non esistenza, convinte di avere la prova del contrario."
(Arnaldo Benini)

"*Ora ha lasciato questo strano mondo un po' prima di me. Questo non significa niente. Per noi fisici credenti, la distinzione tra passato, presente e futuro non è che un'illusione cocciuta e persistente."*
(Albert Einstein)

Il fatto che non possiamo concepire nessuna realtà se non calandola nello spazio e nel tempo non è di per sé una prova che il tempo sia reale.

Addirittura, secondo McTaggard:
"*Niente è realmente presente, passato o futuro. Niente è realmente prima o dopo qualcos'altro e temporalmente simultaneo a esso. Nulla realmente muta. E nulla è realmente nel tempo. Ogniqualvolta percepiamo qualcosa nel tempo – l'unico modo in cui, nella nostra esperienza presente, effettivamente percepiamo le cose – la percepiamo più o meno come essa realmente non è*" [202].

McTaggard basa le sue conclusioni su una analisi filosofica e logica del concetto di tempo. D'altra parte un neuroscienziato, Giorgio Vallortigara, scrive:
"Se Kant fosse vivo oggi sarebbe senza dubbio un nostro collega, un neuroscienziato, e sicuramente sarebbe deliziato dall'apprendere come gli studi empirici suggeriscano che lo spazio, così come il numero, il tempo, la causalità ... siano pre-disposti nel nostro cervello e configurino di conseguenza la nostra psiche" [203].

E Arnaldo Benini, neurochirurgo e neurologo, nel suo libro "*Neurobiologia del tempo*" afferma che:
"*Il tempo è formato (e non percepito) da meccanismi nervosi trasmessi geneticamente da una generazione all'altra ... L'ippocampo svolge un ruolo chiave non solo per lo spazio e la memoria, ma anche per il senso del tempo, insieme con l'area motoria supplementare della corteccia prefrontale e parietale, i gangli della base, il cervelletto. L'area motoria supplementare e i gangli della base, organi dell'azione motoria, sono attivi anche in processi temporali senza movimenti. La corteccia parietale sinistra, valendosi della memoria di informazioni precedenti, genera un'attesa della durata di eventi futuri, mentre la corteccia prefrontale destra utilizza informazioni retroattive per valutare se il tempo che passa coincida con quello previsto ... Il tempo di cui siamo coscienti e quello che , pur condizionando l'esistenza, rimane davvero inavvertito – come il senso del tempo durante il sonno ... – dipendono da meccanismi nervosi diffusi in tutto l'encefalo*" [204].

---

[202] John Ellis McTaggart. *L'irrealtà del tempo*. A cura di Luigi Cimmino. RCS Libri, Milano, 2016, ISBN 978-88-17-01072-3, p. 204.
[203] Giorgio Vallortigara. *Da Euclide ai neuroni. La geometria del cervello*. Lit Edizioni, 2017, ISBN 978-88-3282-186-4, p. 38.
[204] Arnaldo Benini. *Neurobiologia del tempo*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2017, ISBN 978-88-6030-880-1, pp. 33-36.

Le cose però si complicano in quanto anche i fisici vogliono dire la loro, e a ragione dopo la rivoluzione nel concetto di tempo realizzata da Einstein. Al che Benini, alla fine del suo libro, nel quale riporta anche le evidenze legate a casi clinici, spostandosi dal piano neurobiologico e scientifico al piano filosofico, commenta:
"*Le neuroscienze non hanno preso in considerazione l'opinione della fisica sul tempo e sulla sua non esistenza, convinte di avere la prova del contrario. Il tempo è reale, e non emerge da altre categorie della natura, nemmeno dallo spazio e dalla numerosità, benché fra i tre ambiti vi sia un collegamento dovuto alle aree cerebrali, in parte comuni, che li alimentano. Il tempo è una caratteristica reale dell'Universo, dal momento che i sistemi nervosi che lo realizzano, nell'uomo e un molte specie animali ... sono componenti dell'Universo*" [205].

A parte il non sequitur – non è possibile dedurre una proprietà del tutto dalla proprietà di una sua parte – l'affermazione di Benini che "*Il tempo è una caratteristica reale dell'Universo, dal momento che i sistemi nervosi che lo realizzano, nell'uomo e un molte specie animali ... sono componenti dell'Universo*" si presta a due considerazioni.

La prima considerazione – che prende lo spunto dalla citazione di Paolo Taroni che ho riportato nel "*Prologo*", laddove dice che "... *attualmente, molti studiosi parlano di un tempo della fisica, un tempo della biologia, un tempo della psiche...*" – è che oggi il tempo, data la sua complessità, è un tema che non può che essere affrontato in modo interdisciplinare, perché come dice Rovelli il tempo è "*un concetto stratificato, complesso, con molteplici proprietà distinte, che vengono da approssimazioni diverse. Molte discussioni sul concetto di tempo sono confuse solo perché non riconoscono l'aspetto complesso e stratificato di questo concetto...*" [206]. Per cui è da ritenere che tempo della biologia, tempo della fisica, tempo della psicologia, siano tutti necessari come punti di vista, angolazioni sotto le quali vedere il concetto di tempo.

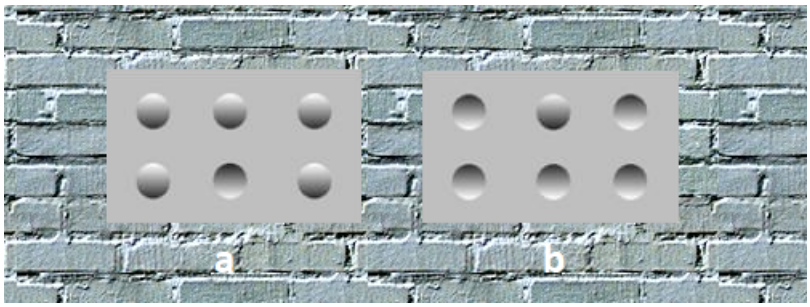
La seconda considerazione è che il tempo potrebbe essere un'illusione, cosa della quale era convinto McTaggart:
"*Dobbiamo quindi concepire la nostra percezione delle cose nel tempo come un'illusione analoga a quella che ci fa vedere il sole al tramonto più grande del sole a mezzogiorno e un bastone storto se immerso nell'acqua. Dopo la fanciullezza, non ho mai pensato che il bastone fosse realmente storto. Ma per quanto possa lucidamente persuadermi, ragionando con il tatto, che il bastone non ha mutato forma da quando è stato messo in acqua, continuerò a ricevere dal bastone sensazioni visive simili a quelle che mi sarebbero date da un bastone storto fuori dall'acqua. Di tal sorta è l'illusione del Tempo – sebbene molto più generale e più difficile da cogliere*" [207].

Per capire meglio, vediamo due esempi. Nel primo l'insieme del nostro sistema percettivo più la post-elaborazione da parte del cervello ci fa vedere la linea rossa del trapezio superiore come "evidentemente" più lunga di quella del trapezio inferiore. Ma così non è, le due linee hanno uguale lunghezza, basta munirsi di un righello millimetrato per verificarlo.

Nel secondo esempio il fenomeno è più sottile. Innanzitutto vediamo convessità e concavità, quindi una terza dimensione, in un disegno a due dimensioni. Poi si direbbe che **a** raffigura cinque cerchi convessi e uno concavo, e che **b** raffigura cinque cerchi concavi e uno convesso. Tuttavia **b**

[205] Arnaldo Benini. *Neurobiologia del tempo*, p. 87.
[206] Carlo Rovelli. *L'ordine del tempo*, p. 167.
[207] John Ellis McTaggart. *L'irrealtà del tempo*, pp. 151-152.

non è altro che **a** capovolta. Per sincerarsene basta girare sottosopra il foglio (o girare sottosopra la testa) e constatare che ora in **a** ci sono cinque cerchi concavi e uno convesso, e in **b** cinque cerchi convessi e uno concavo.



L'illusione è determinata dall'assunto che la luce provenga dall'alto. Dato questo assunto deriva che *ombra in alto = concavo* mentre *luce in alto = convesso*. L'assunto evidentemente è stato cablato dall'evoluzione nel nostro sistema percettivo, e per questa ragione non riusciamo a correggerlo. Ma le implicazioni derivanti dalle illusioni percettive (queste sono solo due tra le tante dimostrate) vanno ben oltre: portano inevitabilmente a concludere che anche quelli che noi chiamiamo istinto e intuizione, non siano altro che percorsi decisionali che emergono dal modo in cui si è evoluta la mente. E se questi percorsi decisionali si sono rivelati efficaci ai fini della sopravvivenza, non è detto che lo siano anche ai fini della comprensione razionale del mondo. Su questo tema, che da solo richiederebbe un trattato, Alberto Oliverio nel suo libro "*Esplorare la mente*" nel paragrafo intitolato (significativamente) "*Trappole per la mente*" [[208]] ricorda che:
"*... la nostra mente ha dei limiti e ... ciò richiede che il cervello si affidi a regole approssimative, efficaci perché i tempi di decisione siano rapidi: queste regole fanno parte del cosiddetto intuito, strategia che porta a praticare scorciatoie e a evitare controlli e riscontri. Il problema è che le decisioni intuitive sono soggette ad errori... la nostra mente, si tratti di meccanismi percettivi o cognitivi, può presentare dei limiti in situazioni "anomale" in cui le euristiche, che sono frutto di un processo evolutivo e cui si ricorre in modo semiautomatico, si rivelano insufficienti: in questi casi, per giungere a una più approfondita e veritiera analisi della realtà la mente non può più affidarsi a quei meccanismi che sono in grado di risolvere in modo empirico quelle situazioni percettive e cognitive per cui è programmata ma deve ricorrere a strategie razionali ... lontane dall'immediatezza della percezione...*".

[208] Alberto Oliverio. *Esplorare la mente. Il cervello tra filosofia e biologia*. Raffaello Cortina, Milano, 1999, ISBN 88-7078-575-0, pp. 106-107.

Oggi pare chiaro che la filosofia non può guardare alla mente prescindendo dalla sua dimensione biologica. E le moderne scienze biologiche stanno riportando sempre più evidenze del fatto che il senso del tempo è cablato nel cervello. Ma dedurre da questo che il tempo "*è una caratteristica reale dell'Universo*" diventa difficile sia sul piano logico, sia in seguito a quanto stiamo iniziando a comprendere a proposito delle illusioni percettive e delle talora problematiche "intuizioni" di cui madre natura ci ha riforniti. Inoltre "*l'opinione della fisica sul tempo*" andrebbe comunque considerata alla luce del fatto che la posizione dei fisici è più sottile di quella, comunemente riportata, di una semplice negazione del tempo. Chiarisce questo punto Carlo Rovelli quando scrive:
"S*i può pensare il mondo come costituito di cose. Di sostanza. Di enti. Di qualcosa che è. Che permane. Oppure si può pensare che il mondo sia costituito di eventi. Di accadimenti. Di processi. Di qualcosa che succede. Che non dura, che è continuo trasformarsi. Che non permane nel tempo. La distruzione della nozione di tempo nella fisica fondamentale è il crollo della prima di queste due prospettive, non della seconda. É la realizzazione dell'ubiquità dell'impermanenza, non della staticità in un tempo immobile.*
Pensare il mondo come un insieme di eventi, di processi, è il modo che ci permette di meglio coglierlo, comprenderlo, descriverlo. È l'unico modo compatibile con la relatività. Il mondo non è un insieme di cose, è un insieme di eventi" [209].

Considerare il mondo come un insieme di eventi anziché di cose è un cambio di prospettiva rispetto alla filosofia, da sempre attratta dal "*che cosa esiste*". Va detto che l'idea di considerare il tempo come un sistema di relazioni d'ordine (come prima; dopo; simultaneo) sussistenti fra eventi risale alla sfida portata al tempo assoluto newtoniano da Leibniz e Berkeley; ma questi poi consideravano lo spazio come un sistema di relazioni d'ordine tra le cose, recuperando il "*che cosa esiste*" che oggi si vorrebbe superare: termini come energia, atomo, elettrone, (e spazio e tempo), non designano delle "cose", ma sono semplicemente simboli impiegati per descrivere il contesto nel quale si sviluppano eventi, relazioni tra eventi e processi.

Nella ricerca di una unificazione tra gravità e teoria dei quanti la fisica sta considerando l'ipotesi che, a livello fondamentale, "*il tempo non esiste*" [210][211].

Come ci ricorda Rovelli:
"*La prima volta che è stata scritta un'equazione per la la gravità quantistica senza alcuna variabile tempo è stato nel 1967. L'equazione è stata trovata da due fisici americani, Bryce DeWitt e John Wheeler, e oggi è chiamata equazione di Wheeler-DeWitt ... Non c'è nulla di misterioso nell'assenza del tempo nell'equazione fondamentale della gravità quantistica. È solo la conseguenza del fatto che a livello fondamentale non esiste una variabile speciale. La teoria descrive come cambiano le cose le une rispetto alle altre, come accadono i fatto gli uni in relazione agli altri. Tutto qui*" [212].

[209] Carlo Rovelli. *L'ordine del tempo*. Adelphi Edizioni, MIlano, 2017, ISBN 978-88-459-3192-5, p. 87.
[210] Vedi A9 - *Il tempo secondo Carlo Rovelli*.
[211] Julian Barbour. *La fine del tempo. La rivoluzione fisica prossima ventura*. Giulio Einaudi editore, Torino, 2015, ISBN 978-88-06-22785-2.
[212] Carlo Rovelli. *L'ordine del tempo*, p. 103-104.

L'affermazione che "*il tempo non esiste*" deve comunque essere chiarita:
"*L'idea di una realtà senza tempo è tanto sbalorditiva che è difficile capire come possa essere coerente. Quel che facciamo, lo facciamo nel tempo. Il mondo è una serie di eventi collegati tra loro dal tempo. Ognuno di noi osserva i propri capelli diventare più grigi, gli oggetti che si spostano e così via. Vediamo il cambiamento, e il cambiamento è la variazione di qualche proprietà rispetto al tempo. Una teoria che prescinda dal tempo deve spiegare perché osserviamo il cambiamento, se invece il mondo non sta cambiando. Alcune recenti ricerche tentano proprio di fornire questa spiegazione. A un livello fondamentale il tempo può non esistere, ma può comparire a livelli superiori, come un tavolo appare solido sebbene sia un insieme di particelle composto per la maggior parte da spazio vuoto. La solidità è una proprietà collettiva, o emergente, delle particelle. Anche il tempo potrebbe essere una proprietà emergente degli ingredienti basilari del mondo, quali che siano. L'idea di tempo emergente ha lo stesso potenziale rivoluzionario dello sviluppo della teoria della relatività e della meccanica quantistica, avvenuto un secolo fa*" [[213]].

Il concetto di **proprietà emergente** è riconducibile alla teoria dei sistemi [[214]] e all'idea che "*il tutto è più della somma delle singole parti*". Il metodo cartesiano prevede di decomporre un problema complesso nelle singole parti che lo compongono, e ha contribuito in modo determinante allo sviluppo della scienza. Per comprendere la vita è necessario comprendere gli organismi. Per comprendere gli organismi è necessario comprendere gli organi. Per comprendere gli organi è necessario comprendere i tessuti. Per comprendere i tessuti è necessario comprendere le cellule. Per comprendere le cellule è necessario comprendere le molecole. Per comprendere le molecole è necessario comprendere gli atomi. Ovviamente senza un approccio analitico, senza conoscere le parti di un sistema, saremmo fermi alla magia e all'alchimia. Ma diventa sempre più chiaro che la conoscenza delle (proprietà delle) singole parti da sola non riesce a spiegare i fenomeni/sistemi complessi. Il riduzionismo cartesiano, inteso come l'idea che il tutto possa essere compreso e spiegato sommando le proprietà analiticamente determinate delle singole parti, non ha dato in questo il risultato sperato. D'altra parte una concezione olistica basata sul fatto che "tutto dipende da tutto" è un'idea non solo metafisica ma soprattutto fumosa, che non riesce a rendere conto neppure del "come" accade una cosa.

Il concetto di **sistema** sembra poter mediare tra questi due estremi introducendo, accanto agli elementi (**parti**) che compongono un sistema, e alle loro proprietà, le **relazioni** tra le parti. È da questo insieme che risulterebbero le **proprietà emergenti** che non sono spiegabili come somma delle proprietà delle singole parti: la proprietà di un oggetto di essere "solido" può emergere da atomi e molecole composti per la maggior parte di "vuoto", così come la proprietà di una cellula di essere "viva" può emergere dalla somma di molecole "inerti", se oltre alle loro proprietà consideriamo le loro relazioni. E così il tempo potrebbe essere una proprietà emergente a livello macroscopico dalle relazioni tra elementi atemporali.

---

[213] Craig Callender. *Il tempo è un'illusione?* Le Scienze, 504, 57-63, (2010).
https://download.kataweb.it/lescienze/media/pdf/TempoIllusione_Callander.pdf
[214] Ludwig von Bertalannfy. *Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppi, applicazioni*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 2004, ISBN 88-04-53342-0.

9. Epilogo

"*Il nocciolo della questione è che le ideologie rappresentano un ostacolo alle nuove scoperte. Tutti noi percepiamo il mondo come vorremmo che fosse, anziché com'è realmente, perché è nella nostra natura, ma dovremmo tenere a mente che si tratta di un difetto di progettazione della mente umana, e combatterlo, se possibile.*"
(Robert Laughlin)

"Ma la certa verità, nessun uomo l'ha mai conosciuta, né mai la conoscerà, né sugli dei, e nemmeno su tutte le cose che dico. Ché se anche per caso giungesse ad esprimere la perfetta verità, neppur lui lo saprebbe: poiché tutto non è altro che una tela intessuta di congetture."
(Senofane)

Anni fa mi ero detto di avere capito cosa fosse il tempo. Qualche dubbio però mi doveva essere rimasto se ho continuato ad acquistare libri che in qualche modo, direttamente o indirettamente, trattavano il problema del tempo. Che nel frattempo è andato maturando, e che, per gli aspetti più moderni del dibattito, è uscito dalle ristrette cerchie degli specialisti, come lo dimostra la recente uscita di libri tecnicamente più accessibili sul tema [215].

Terminata l'era del mito, è stata la filosofia nell'antica Grecia a sviluppare per prima il problema del tempo. Scoprendo quasi subito le aporie che lo caratterizzano: tanto che realtà e irrealtà del tempo – il tempo esiste e il tempo non esiste – sono gli estremi opposti già allora individuati. La visione mistico-religiosa del tempo, inserito nel suo opposto, cioè l'eternità, diffusasi con il cristianesimo e che domina il problema fino al basso medioevo, comporta un primo passaggio, quello dal tempo ciclico degli antiche a un tempo lineare. È con l'umanesimo, con la scoperta del tempo scandito dagli orologi, che inizia a manifestarsi l'idea di un tempo "laico" separato da quello religioso e che il tema del tempo torna ad essere argomento di riflessione filosofica. A partire dal '600 del tempo inizia ad occuparsi anche la neonata scienza. Mentre tra il '600 e il '900 in campo filosofico del tempo viene detto tutto e il contrario di tutto, con risultati quantomeno dubbi in termini di efficacia esplicativa, il percorso di crescita del tempo naturalistico e scientifico si manifesta con la scoperta prima del tempo nella geologia del nostro pianeta, poi nella paleontologica, poi nell'evoluzione delle specie viventi, poi nell'evoluzione delle stelle e del cosmo, e infine cambiando la prospettiva dalla quale viene visto il tempo della fisica. Che non solo da assoluto è diventato relativo – un cambiamento oramai irreversibile nella nostra visione del tempo – ma che potrebbe essere addirittura rimosso dai fondamenti di una fisica della gravità quantistica per ricomparire a livello macroscopico come proprietà emergente del mondo, manifestando in questo modo e a questo livello la sua unidirezionalità con la freccia del tempo termodinamica, con la freccia del tempo cosmologica e in altri modi.

Seguendo Mauro Dorato le principali alternative filosofiche sembrano essere due:
→ la prima afferma che la **freccia causale** (quella per cui la causa precede l'effetto) è la "madre" di tutte le frecce fisiche ed esperienziali [216], inclusa la freccia del divenire ovvero quella del tempo;

[215] Come quelli riportati in bibliografia di Julian Barbour, Arnaldo Benini, Mauro Dorato, Stephen Hawking, Richard A. Muller, Francesco Orilia, Carlo Rovelli, Paolo Taroni, Armando Torno.
[216] Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*, pp. 113-115.

→ la seconda afferma che la **freccia del divenire** fonda quella causale e che quest'ultima fonda le altre e che "... *l'avanzata unidirezionale del presente verso il futuro (il divenire temporale), congiunta al carattere non circolare del tempo, potrebbe spiegare sia perché non si può modificare ciò che è già stato (immutabilità del passato), sia perché ciò che è già stato è irrecuperabile. Se facciamo cadere una boccetta di profumo a terra, non solo il vetro non si ricompone da solo, me le molecole di profumo non si separano spontaneamente dopo essersi mischiate con quelle dell'aria. Questi fenomeni irreversibili potrebbero essere legati al fatto che l'universo avanza temporalmente verso uno stato comunque diverso da quello presente, in modo tale che, se il tempo non è circolare, uno stato identico a quello presente non potrà mai ripresentarsi. In una parola, la "freccia" del divenire temporale potrebbe essere l'asimmetria fondamentale da cui le altre ... dipendono: ci riferiamo ... non solo alle asimmetrie esperienziali (la nostra azione è diretta verso il futuro e non verso il passato, l'effetto di una causa è nel futuro e non nel passato di quest'ultima, conosciamo meglio il passato del futuro, abbiamo tracce del passato nel presente e non del futuro nel presente) ma anche a quelle fisiche ... come la crescita del "disordine" ... o il carattere divergente e non convergente dei fenomeni ondulatori...*" [217].

Il che porta Dorato a concludere che (possibilmente):
"... *la freccia del divenire fonda quella causale, mentre quest'ultima fonda quelle della nostra esperienza e ... anche quelle fisiche dell'entropia e della radiazione. In una parola l'asimmetria fondamentale dalla quale tutte le altre direttamente o indirettamente dipendono è quella del venire in essere in successione, un fatto metafisico che non può essere ulteriormente analizzato, ma al contrario è presupposto anche dall'ontologia della fisica relativistica classica*" [218].

Diversa la posizione dei fisici, che alla base della loro ricerca di una teoria che porti (possibilmente) alla unificazione di relatività e fisica quantistica pongono come assunto la relazione di causalità e due principi, come ci ricorda Lee Smolin [219]:
→ il primo principio è che "*tutto ciò che esiste esiste da qualche parte, e non accade nulla che non accada in un momento qualsiasi*";
→ il secondo principio è che "*non c'è nulla al di fuori dell'universo... la spiegazione di qualsiasi cosa nell'universo può coinvolgere solo altre cose che esistono anch'esse nell'universo*".
Così continua Smolin:
"Ciò ha conseguenze molto importanti ... una delle più importanti è che la definizione o descrizione di qualsiasi entità all'interno dell'universo può riferirsi solo ad altre cose nell'universo. Se qualcosa ha una posizione, quella posizione può essere definita solo rispetto alle altre cose nell'universo. Se ha un movimento, quel movimento può essere riconosciuto solo cercando cambiamenti nella sua posizione rispetto ad altre cose nell'universo. Quindi, non c'è alcun significato nello spazio che sia indipendente dalle relazioni tra le cose reali nel mondo. Lo spazio non è un palcoscenico, che potrebbe essere vuoto o pieno, su cui le cose vanno e vengono. Lo spazio non è nulla a parte le cose che esistono; è solo un aspetto delle relazioni che intercorrono tra le cose... lo spazio non ha esistenza a parte dalle relazioni che intercorrono tra le cose nell'universo... la lezione principale della relatività e della teoria quantistica è che il mondo non è altro che una rete di relazioni in evoluzione... Non esiste tempo a parte il cambiamento. Non esiste un orologio al di fuori della rete di relazioni mutevoli... Il tempo è descritto solo in termini di cambiamento nella rete di relazioni che descrive lo spazio. Ciò significa che è assurdo nella relatività generale parlare di un universo in cui

[217] Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*, pp. 18-19.
[218] Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*, p. 117.
[219] Lee Smolin. *Three Roads to Quantum Gravity*. SCIENCE MASTERS. English Edition. Edizione del Kindle.

non accade nulla. Il tempo non è altro che una misura del cambiamento, non ha altro significato. Né lo spazio né il tempo hanno esistenza al di fuori del sistema di relazioni in evoluzione che comprende l'universo... non ci sono cose, solo processi che sembrano cambiare lentamente sulle nostre scale temporali umane... Quindi non ci sono realmente due categorie di cose nel mondo: oggetti e processi. Ci sono solo processi relativamente veloci e processi relativamente lenti... [e] *l'universo è costituito da un gran numero di eventi. Un evento può essere pensato come la parte più piccola di un processo, una più piccola unità di cambiamento. Ma non pensate a un evento come a un cambiamento che avviene in un oggetto altrimenti statico. È solo un cambiamento, niente di più. L'universo degli eventi è un universo relazionale. Vale a dire, tutte le sue proprietà sono descritte in termini di relazioni tra gli eventi. La relazione più importante che due eventi possono avere è la causalità*".

La strada l'aveva aperta Leibniz affermando che il tempo è semplicemente "*un fondamento dell'ordine delle cose, in quanto si concepisce la loro esistenza successiva, ovvero senza che esistano insieme*" mentre lo spazio "*è il fondamento dell'ordine delle cose, ma in quanto le si concepisce esistere insieme. Sono veri l'uno e l'altro di tali fondamenti, benché siano ideali*" [220]. E ora stiamo arrivando alle estreme conseguenze, sostituendo le "cose" di Leibniz e della tradizionale ontologia filosofica con "eventi" e "processi".

Visto quanto sopra – e sapendo di essere in buona compagnia quando affermo che non sono riuscito nemmeno questa volta ad afferrare così chiaramente come avrei voluto il significato e la natura del tempo – io potrei essermi dannato per alcuni mesi per arrivare a questa brillante conclusione: il tempo o esiste o non esiste.

Se **il tempo non esiste** in quanto come diceva Einstein "*non è che un'illusione cocciuta e persistente*", magari proprio perché come suggeriscono le moderne neuroscienze, "l*o spazio, così come il numero, il tempo, la causalità ... [sono] pre-disposti nel nostro cervello e [configurano] di conseguenza la nostra psiche*", è solo in quanto è stato fatto implicitamente un assunto metafisico, quello della primitività "*del venire in essere in successione, un fatto metafisico che non può essere ulteriormente analizzato, ma al contrario è presupposto anche dall'ontologia della fisica relativistica classica*". Analoga conclusione può essere tratta dalle parole di Mach quando afferma che "*... non siamo in grado ... di misurare i mutamenti delle cose rapportandoli al tempo. Al contrario il tempo è un'astrazione, alla quale arriviamo proprio attraverso la constatazione del mutamento*" [221]. Di nuovo, che invece di "venire in essere in successione" lo si chiami "mutamento", nulla cambia nella sostanza: la conclusione <u>che il tempo non esiste presuppone un assunto metafisico</u>.

Se **il tempo esiste**, come argomenta Dorato:
→ o il tempo è il "prodotto della freccia causale", intesa come origine di tutte le frecce fisiche ed esperienziali, e quindi è il prodotto di un fatto metafisico, come potrebbe suggerire la filosofia;
→ o il tempo è il "venire in essere in successione", inteso come l'origine di tutte le frecce fisiche ed esperienziali, e quindi è "il" fatto metafisico, come potrebbe suggerire in alternativa la filosofia. In ogni caso la conclusione <u>che il tempo esiste presuppone un assunto metafisico</u>.

---

[220] Gottfried Wilhelm Leibniz. *XXVII. Due lettere alla Principessa Sofia. 1. 31 ottobre 1705*. In: *Opere*. UTET. Edizione del Kindle.
[221] Julian Barbour. *La fine del tempo. La rivoluzione fisica prossima ventura*. Giulio Einaudi editore, Torino, 2015, ISBN 978-88-06-22785-2, p. 64.

Una terza via prevederebbe che **il tempo non esiste ma anche esiste**, come suggeriscono coloro che assumono la non esistenza del tempo alla base della fisica, ma offrono la possibilità di salvare le asimmetrie esperienziali (freccia causale, freccia psicologica) e le asimmetrie fisiche (freccia termodinamica, freccia della radiazione) mediante il concetto di tempo come "proprietà emergente". Ma a questo punto resta aperto il problema della spiegazione del processo che porterebbe il tempo ad emergere da una realtà fisica atemporale. In assenza (allo stato attuale delle nostre conoscenze) di una spiegazione scientifica del "come", l'emergere del tempo da una realtà atemporale soggiacente diventa un assunto, anzi, un assunto metafisico. Quindi la conclusione che il tempo non esiste ma anche esiste presuppone un assunto metafisico.

Pertanto se la metafisica, cacciata dalla porta, è rientrata dalla finestra nella scienza (dalla filosofia, lo sappiamo, non è mai stata cacciata), da incallito e irriducibile razionalista la sola cosa che posso fare è di restare in fiduciosa attesa che la scienza cacci nuovamente la metafisica dalla porta, riuscendo a spiegare:
→ se il tempo esiste, come [222] il tutto possa essere più della somma delle singole parti e quindi a fornire un'idea non metafisica delle proprietà emergenti e con questo del tempo;
→ se il tempo non esiste, come il nostro cervello a dispetto di questo fatto abbia cablati al proprio interno spazio e tempo, presumibile traccia ancestrale dei costrutti necessari alla sopravvivenza selezionati dai meccanismi evolutivi di adattamento all'ambiente.

Se infine non sono riuscito nemmeno lontanamente a rendere l'idea degli sforzi mentali, dei profluvi di parole, della quantità di tempo, di carta e di inchiostro investiti nel corso della storia del pensiero nel tentativo di afferrare il tempo, penso di potere essere scusato, perché come ha detto Brodskij [223] "*il tempo è inafferrabile come l'acqua, e noi siamo fatti di acqua e di tempo*".

---

[222] Va ricordato che la scienza spiega "il come", non "il perché". Vedi: Luca Guzzardi. *Lo sguardo muto delle cose - Oggettività e scienza nell'età della crisi.* Raffaello Cortina Editore, Milano, 2010, ISBN 978-88-6030-325-7, pp. 81-104.
[223] Iosif Aleksandrovič Brodskij (Leningrado, 24 maggio 1940 - New York, 28 gennaio 1996). Citato in: Armando Torno. *La truffa del tempo. Scienziati, santi e filosofi all'eterna ricerca di un orologio universale,* p. 7. Il tema ricorre in: Iosif Brodskij. *Fondamenta degli incurabili*. Adelphi, Milano, 1991, ISBN 97-88-459-0808-8.

Indicazioni bibliografiche e siti consultati

Agostino d'Ippona. *Le confessioni*. Libro undicesimo (Meditazione sul primo versetto della Genesi: "*in principio Dio creò...*"). Dalla *"Opera omnia di Sant'Agostino"* stampata dalla casa editrice Città Nuova e dalla Nuova Biblioteca Agostiniana.
https://www.augustinus.it/italiano/confessioni/index.htm

Peter W. Atkins. *Il secondo principio*. Nicola Zanichelli Editore, Bologna, 1988, ISBN 88-08-05338-5.

Augustinus Hipponensis. *Confessionum libri XIII*. Liber undecimus (Commentiatio principii, quo Deus dicitur caelum er terram creavisse).
https://www.augustinus.it/latino/confessioni/index.htm

Julian Barbour. *La fine del tempo. La rivoluzione fisica prossima ventura*. Giulio Einaudi editore, Torino, 2015, ISBN 978-88-06-22785-2.

Arnaldo Benini. *Neurobiologia del tempo*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2017, ISBN 978-88-6030-880-1.

Giovanni Boniolo, Paolo Vidali. *Introduzione alla filosofia della scienza*. Pearson Paravia Bruno Mondadori, MIlano, 2003, ISBN 88-424-9549-2.

Bureau International des poids et Mesures.
https://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/

Craig Callender. *Il tempo è un'illusione?* Le Scienze, 504, 57-63 (2010).
https://download.kataweb.it/lescienze/media/pdf/TempoIllusione_Callander.pdf

Friedrich Cramer. *Caos e ordine. La complessa struttura del vivente*. Bollati Boringhieri editore, Torino, 1994, ISBN 88-339-0821-6.

Benedetto Croce. *Il risveglio filosofico e la cultura italiana*. In: *La critica. Rivista di letteratura, storia e filosofia*. 6, 161-168, (1908).

Charles Darwin. *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*. 6a edizione 1872. Tradotto in: Charles Darwin. *L'origine delle specie*. Editore Boringhieri, Torino, 1967, sesta impressione 1982, CL 61-8840-0.

Paul Davies. *I misteri del tempo. L'universo dopo Einstein*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1997, ISBN 978-88-04-42736-0.

Mauro Dorato. *Che cos'è il tempo? Einstein, Gödel e l'esperienza comune*. Carocci editore, Roma, 2013, ISBN 978-88-430-6696-4.

Albert Einstein. *Zur Elektrodynamik bewegter Körper*. Ann. d. Phys. 17, 891-921 (1905).

Albert Einstein. *Die Grundlage der allgemeinen Relativitätstheorie*. Ann. d. Phys. 49, 769-822 (1916).

Esiodo. *La Teogonia*. Traduzione dal greco di Ettore Romagnoli (1929). Versione in ebook su Wikisource.
https://it.wikisource.org/wiki/Opera:Teogonia

Galileo Galilei. *Dialogo intorno ai due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*. In: *Le opere di Galileo Galilei*. Prima edizione completa condotta sugli autentici manoscritti Palatini e dedicata a S.A.I. e R. Leopoldo II Granduca di Toscana. Tomo I, Firenze, Società Editrice Fiorentina, 1842.
https://books.google.it/books?id=OAyQOIzt8N8C

Galileo Galilei. *Il Saggiatore*. Roma, 1623. Deutsches Museum, München.
https://astronomie-rara.ethbib.ethz.ch/demusmu/doi/10.5079/dmm-46

Luca Guzzardi. *Lo sguardo muto delle cose – Oggettività e scienza nell'età della crisi*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2010, ISBN 978-88-6030-325-7.

Edmund Halley. *A synopsis of the astronomy of comets*. London, 1705. Retrieved from https://doi.org/10.5479/sil.271675.39088015653660

Stephen Hawking. *Inizio del tempo e fine della fisica*. Arnoldo Mondadori Editore, MIlano, 1997, ISBN 88-04-47768-7.

Stephen Hawking. *La grande storia del tempo*. RCS Libri, Milano, 2005, ISBN 978-88-17-00715-3.

Stephen W. Hawking. *Dal big bang ai buchi neri. Breve storia del tempo*. Rizzoli Libri, Milano, nona edizione, 2016, ISBN 978-88-17-07975-4.

Christiaan Huygens. *Horologium oscillatorium: sive, de motu pendulorum ad horologia aptato demostrationes geometricae*. Parigi, 1673.
https://books.google.it/books?id=YgY8AAAAMAAJ

Il problema della longitudine.
https://play.google.com/books/reader?id=jzBgDwAAQBAJ

Francesca Intini. *Il tempo sui satelliti del GPS e l'effetto Sagnac*. In: Franco Selleri (a cura di). *La natura del tempo*. Edizioni Dedalo, Bari, 2002, ISBN 978-88-220-6251-2.

Immanuel Kant. *Critica della ragion pura*. II edizione, Johann Friedrich Hartknoch, Riga, 1787.
https://www.pensierofilosofico.it/ebooks_file/criticadellaragionpura13594827872.pdf

Giovanni Keplero. *Joannis Keppleri Eclogae Chronicae: Ex Epistolis Doctissimorum Aliquot Virorum & Suis Mutuis, Quibus Examinantur Tempora Nobilissima: 1. Herodis Herodiadumque, 2. Baptismi & Ministerii Christi Annorum Non Plus 2 1/4, 3. Passionis, Mortis Et Resurrectionis Dn. N. Iesu*

*Christi, Anno **A**erae Nostrae **V**ulgaris 31. Non, Ut Vulgo 33., 4. Belli Iudaici, Quo Funerata Fuit Cum Ierosolymis & Templo Synagoga Iudaica, Sublatumque Vetus Testamentum. Inter Alia & Commentarius in Locum Epiphanii Obscurissimum De Cyclo Veteri Iudaeorum. Francofurti, 1615*. ETH-Bibliothek Zürich, Rar 6534.
https://www.e-rara.ch/zut/doi/10.3931/e-rara-25830

Thomas S. Kuhn. *La rivoluzione copernicana. L'astronomia planetaria nello sviluppo del pensiero occidentale.* Giulio Einaudi editore SpA, Torino, 1972, ISBN 88-06-33332-1.

Tito Lucrezio Caro. *De Rerum Natura*. Liber I, 0459-0463. Newton Compton editori, Roma, edizione in ebook ottobre 2012, ISBN 978-88-541-4707-2.

Armando Massarenti. *1911-2011: l'Italia della scienza negata*.
https://st.ilsole24ore.com/art/cultura/2011-04-16/cosi-italia-azzoppo-scienza-164249.shtml

Richard A. Muller. *Adesso. La nuova fisica del tempo*. Rizzoli Libri, MIlano, 2016, ISBN 978-88-09124-4.

John Ellis McTaggart. *L'irrealtà del tempo*. A cura di Luigi Cimmino. RCS Libri, Milano, 2016, ISBN 978-88-17-01072-3.

Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Londini [i.e. London], 1687. ETH-Bibliothek Zürich.
https://www.e-rara.ch/zut/doi/10.3931/e-rara-440

Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Cantabrigiae [i.e. Cambridge], 1713. ETH-Bibliothek Zürich.
https://www.e-rara.ch/doi/10.3931/e-rara-1237

Francesco Orilia. *Filosofia del tempo. Il dibattito contemporaneo*. Carocci editore, Roma, 2012, ISBN 978-88430-6635-37.

Francesco Petrarca. *Invectiva contra medicum quendam*.
https://www.thelatinlibrary.com/petrarchmedicus.html

Jules-Henri Poincaré. *La scienza e l'ipotesi*. Bompiani/RSC Libri, Milano, 2012, ISBN 978-88-452-9236-1.

Jules-Henri Poincaré. *La Valeur de la Science. Flammarion, Paris, 1911*.
https://fr.wikisource.org/wiki/La_Valeur_de_la_Science/Chapitre_II._La_mesure_du_temps

Karl. R. Popper. *Poscritto alla Logica della scoperta scientifica. Il realismo e lo scopo della scienza*. Il Saggiatore, Milano, 2009, ISBN 978-88-5650143-8.

Ilya Prigogine. *Le leggi del caos*. Gius. Laterza & Figli, Roma-Bari, 1993, ISBN 978-88-420-6883-9.

Ilya Prigogine. *La fine delle certezze. Il tempo, il caos e le leggi della natura*. Bollati Boringhieri

editore, Torino, 1997, ISBN 978-88-339-1030-7.

Ilya Prigogine e Isabelle Stengers. *La nuova alleanza. Metamorfosi della scienza*. Giulio EInaudi editore, Torino, 1999, ISBN 978-88-06-15304-8.

Jack Repcheck. *L'uomo che scoprì il tempo. James Hutton e l'età della terra*. Raffaello Cortina Editore, Milano, 2004, ISBN 88-7078-864-4.

Carlo Rovelli. *Che cos'è la scienza. La rivoluzione di Anassimandro*. Mondadori Education SpA, Milano, 2001, ISBN 978-88-6184-075-1.

Carlo Rovelli. *La realtà non è come ci appare. La struttura elementare delle cose*. Raffaello Cortina, Milano, 2014, ISBN 978-886030-641-8.

Carlo Rovelli. *Sette brevi lezioni di fisica*. Adelphi Edizioni, Milano, 2014, ISBN 978-88-459-2925-0.

Carlo Rovelli. *L'ordine del tempo*. Adelphi Edizioni, MIlano, 2017, ISBN 978-88-459-3192-5.

Arthur Schopenahuer. *Parerga e paralipomena*. Adelphi edizioni, 2007, ISBN 978-88-459-1422-5.

Vittorio Silvestrini. *Che cos'è l'entropia. Ordine, disordine, evoluzione dei sistemi*. Editori Riuniti university press, Roma, 2011, ISBN 978-88-6473-070-7.

Vittorio Silvestrini. *Guida alla teoria della relatività*. Editori Riuniti university press, Roma, 2011, ISBN 978-88-6473-071-4.

Dava Sobel. *Longitudine. La vera storia della scoperta avventurosa che ha cambiato l'arte della navigazione*. RCS Libri SpA, Milano, 2004, ISBN 88-17-11290-9.

Paolo Taroni. *Filosofie del tempo. Il concetto di tempo nella storia del pensiero occidentale*. Mimesis Edizioni, MIlano - Udine, 2012.ISBN 978-88-5751-453-6.

Enzo Tiezzi. *Verso una fisica evolutiva. Natura e tempo*. Donzelli editore, Roma, 2006, ISBN 978-88-6036-075-7.

Armando Torno. *La truffa del tempo. Scienziati, santi e filosofi all'eterna ricerca di un orologio universale*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1999, ISBN 88-04-48507-8.

Ludwig von Bertalannfy. *Teoria generale dei sistemi. Fondamenti, sviluppi, applicazioni*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 2004, ISBN 88-04-53342-0.

Giorgio Vallortigara. *Da Euclide ai neuroni. La geometria del cervello*. Lit Edizioni, 2017, ISBN 978-88-3282-186-4.

Ludwig Wittgenstein. *Tractatus logico-philosophicus*. Giulio Einaudi Editore, Torino, 2009, ISBN 978-88-06-20031-2.

M. M. Woolfson. *Solar System - its origin and evolution*. Q. J. R. Astr. Soc., vol. 34, 1993.
https://articles.adsabs.harvard.edu/cgi-bin/nph-iarticle_query?1993QJRAS..34....1W

_____

Cronologia dei personaggi citati nel testo

700 a.e.v.
- Esiodo (Ἡσίοδος, Hēsíodos; Ascra, VIII secolo a.e.v. - VII secolo a.e.v.), poeta.

600 a.e.v.
- Talete di Milèto (Θαλῆς, Thalês; Mileto, 640-625 a.e.v. - 547 a.e.v. circa), filosofo.
- Anassimandro (Ἀναξίμανδρος, Anaxímandros; Mileto, 610 a.e.v. circa - 546 a.e.v. circa), filosofo.

500 a.e.v.
- Senofane di Colofone (Ξενοφάνης, 580 a.e.v. – 485 a.e.v. circa), filosofo, poeta.
- Eraclito di Efeso (Ἡράκλειτος, Hērákleitos; Efeso, 535 a.e.v.. - Efeso, 475 a.e.v.), filosofo.
- Parmènide di Elea (Παρμενίδης, Parmenídēs; Elea, 515-510 a.e.v. o 544-541 a.e.v. - 450 a.e.v), filosofo.

400 a.e.v.
- Antifonte (Ἀντιφῶν, Antifòn; Atene, 480 a.e.v. circa - Atene, 410 a.e.v. circa), filosofo.
- Melisso di Samo (470 a.e.v. circa - ...), filosofo.
- Democrito (Δημόκριτος, Dēmókritos; Abdera, 460 a.e.v. - 370 a.e.v. circa), filosofo.
- Platone (Πλάτων, Plátōn; Atene, 428-427 a.e.v. - Atene, 348-347 a.e.v.), filosofo.

300 a.e.v.
- Aristotele (Ἀριστοτέλης, Aristotélēs; Stagira, 384 o 383 a.e.v - Calcide, 322 a.e.v.), filosofo, logico.
- Epicuro (Ἐπίκουρος, Epíkouros; Samo, 10 febbraio 342 a.e.v. - Atene, 270 a.e.v.), filosofo.

200 a.e.v.
- Crisippo di Soli (Χρύσιππος ὁ Σολεύς; Soli, 281-277 a.e.v. - Atene, 208-204 a.e.v), filosofo, matematico.

0 a.e.v.
- Tito Lucrezio Caro (Titus Lucretius Carus; Pompei o Ercolano 94 a.e.v. - Roma 50 -55 a.e.v), poeta, filosofo.

200
- Plotino (Πλωτίνος, Plōtínos; Licopoli, 203-205 - Minturno (o Suio), 270), filosofo.

300
- Aurelio Agostino d'Ippona (Aurelius Augustinus Hipponensis; Tagaste, 13 novembre 354 - Ippona, 28 agosto 430), venerato come Santo dalla Chiesa cristiana.

400
- Proclo Licio Diadoco (Πρόκλος ὁ Διάδοχος; Costantinopoli, 8 febbraio 412 - Atene, 17 aprile 485), filosofo, matematico.
- Anicio Manlio Severino Boezio (Roma, 475-477 - Pavia, 524-526), filosofo.

800
- Incmaro di Reims (806 - Épernay, 21 dicembre 882), teologo, filosofo.
- Giovanni Scoto Eriugena, (Irlanda, 810 circa - Inghilterra ..., dopo 877), teologo, filosofo.

1000
- Anselmo d'Aosta (Aosta, 1033 o 1034 - Canterbury, 21 aprile 1109), teologo, filosofo.

1100
- Pietro Lombardo o Pier Lombardo (Lumellogno di Novara, 1100 - Parigi, 1160 circa), teologo.

1200
- Alberto Magno di Bollstädt (Lauingen, 1206 - Colonia, 15 novembre 1280), filosofo.
- Tommaso d'Aquino (Roccasecca, 1225 - Fossa nova, 7 marzo 1274), teologo, filosofo.
- Johannes Eckhart meglio conosciuto come Meister Eckhart (Tambach-Dietharz o Hochheim, 1260 - Colonia o Avignone, 1327-1328), teologo.
- Guglielmo da Ockham (Ockham, 1285 - Monaco di Baviera, 1347), teologo, filosofo.

1300
- Francesco Petrarca (Arezzo, 20 luglio 1304 - Arquà, 18/19 luglio 1374), scrittore, poeta.

1400
Leon Battista Alberti (Genova, 18 febbraio 1404 - Roma, 25 aprile 1472), architetto, scrittore.

1500
- Galileo Galilei (Pisa, 15 febbraio 1564 - Arcetri, 8 gennaio 1642), fisico, astronomo.
- Thomas Hobbes (Westport, 5 aprile 1588 - Hardwick Hall, 4 dicembre 1679), filosofo.
- René Descartes (La Haye en Touraine [oggi Descartes], 31 marzo 1596 - Stoccolma, 11 febbraio 1650),

matematico, filosofo.

1600
- Blaise Pascal (Clermont-Ferrand, 19 giugno 1623 - Parigi, 19 agosto 1662), matematico, filosofo.
- Christiaan Huygens (L'Aia, 14 aprile 1629 - L'Aia, 8 luglio 1695), matematico, fisico, astronomo.
- Baruch Spinoza (Amsterdam, 24 novembre 1632 - L'Aia, 21 febbraio 1677), filosofo.
- Isaac Newton (Woolsthorpe-by-Colsterworth, 25 dicembre 1642 - Londra, 20 marzo 1727), matematico, fisico, astronomo.
- Gottfried Wilhelm von Leibniz (Lipsia, 1 luglio 1646 - Hannover, 14 novembre 1716), matematico, filosofo.
- Edmund Halley (Londra, 8 novembre 1656 - Greenwich, 14 gennaio 1742), astronomo, matematico.
- George Berkeley (Kilkenny, 12 marzo 1685 - Oxford, 14 gennaio 1753), filosofo, teologo.

1700
- Georges-Louis Leclerc, conte di Buffon (Montbard, 7 settembre 1707 - Parigi, 16 aprile 1788), naturalista, matematico.
- David Hume (Edimburgo, 7 maggio 1711 - Edimburgo, 25 agosto 1776), filosofo.
- Immanuel Kant (Königsberg, 22 aprile 1724 - Königsberg, 12 febbraio 1804), filosofo.

- James Hutton (Edimburgo, 3 giugno 1726 - Edimburgo, 26 marzo 1797), geologo.
- Nevil Maskelyne (Londra, 6 ottobre 1732 - Greenwich, 9 febbraio 1811), astronomo.
- Pierre-Simon, marchese di Laplace (Beaumont-en-Auge, 23 marzo 1749 - Parigi, 5 marzo 1827), matematico, fisico, astronomo.
- Johann Gottlieb Fichte (Rammenau, 19 maggio 1762 - Berlino, 27 gennaio 1814), filosofo.
- Georg Wilhelm Friedrich Hegel (Stoccarda, 27 agosto 1770 - Berlino, 14 novembre 1831), filosofo.
- Friedrich Wilhelm Joseph von Schelling (Leonberg, 27 gennaio 1775 - Bad Ragaz, 20 agosto 1854), filosofo.
- Johann Friedrich Herbart (Oldenburg, 4 maggio 1776 - Gottinga, 14 agosto 1841), filosofo.
- Arthur Schopenhauer (Danzica, 22 febbraio 1788 - Francoforte sul Meno, 21 settembre 1860), filosofo.

1800

- Charles Robert Darwin (Shrewsbury, 12 febbraio 1809 - Londra, 19 aprile 1882), naturalista.
- Karl Marx (Treviri, 5 maggio 1818 - Londra, 14 marzo 1883), filosofo, economista.
- Herbert Spencer (Derby, 27 aprile 1820 - Brighton, 8 dicembre 1903), filosofo.
- Carl Gottfried Neumann (Königsberg, 7 maggio 1832 - Lipsia, 27 marzo 1925), matematico.
- Edward Williams Morley (Newark, 29 gennaio 1838 – West Hartford, 24 febbraio 1923),fisico.
- Ernst Waldfried Josef Wenzel Mach (Brno, 18 febbraio 1838 - Haar, 19 febbraio 1916), fisico, filosofo.
- Ludwig Eduard Boltzmann (Vienna, 20 febbraio 1844 - Duino, 5 settembre 1906), fisico, matematico.
- Friedrich Wilhelm Nietzsche (Röcken, 15 ottobre 1844 - Weimar, 25 agosto 1900), filosofo.
- Francis Herbert Bradley (Clapham, 30 gennaio 1846 - Oxford, 18 settembre 1924), filosofo.
- Albert Abraham Michelson (Strzelno, 19 dicembre 1852 - Pasadena, 9 maggio 1931), fisico.
- Hendrik Antoon Lorentz (Arnhem, 18 luglio 1853 - Haarlem, 4 febbraio 1928), fisico.
- Jules Henri Poincaré (Nancy, 29 aprile 1854 - Parigi, 17 luglio 1912), matematico, fisico.
- Henri-Louis Bergson (Parigi, 18 ottobre 1859 - Parigi, 4 gennaio 1941), filosofo, premio Nobel per la Letteratura 1927.
https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1927/bergson/facts/
- Benedetto Croce (Pescasseroli, 25 febbraio 1866 - Napoli, 20 novembre 1952), filosofo.
- John McTaggart Ellis McTaggart o J. M. E. McTaggart (Londra, 3 settembre 1866 - Londra, 18 gennaio 1925), filosofo.
- Federigo Enriques (Livorno, 5 gennaio 1871 - Roma, 14 giugno 1946), matematico e storico della scienza.
- Ernst Cassirer (Breslavia, 28 luglio 1874 - New York, 13 aprile 1945), filosofo.
- Albert Einstein (Ulm, 14 marzo 1879 - Princeton, 18 aprile 1955), fisico teorico, premio Nobel per la fisica 1921.
https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1921/einstein/facts/
- Arthur Stanley Eddington (Kendal, 28 dicembre 1882 - Cambridge, 22 novembre 1944), astrofisico.
- Gaston Bachelard (Bar-sur-Aube, 27 giugno 1884 - Parigi, 16 ottobre 1962), filosofo.
- Ludwig Josef Johann Wittgenstein (Vienna, 26 aprile 1889 - Cambridge, 29 aprile 1951), filosofo, logico.
- Martin Heidegger (Meßkirch, 26 settembre 1889 - Friburgo in Brisgovia, 26 maggio 1976), filosofo.

1900

- Hans-Georg Gadamer (Marburgo, 11 febbraio 1900 - Heidelberg, 13 marzo 2002), filosofo.
- Ludwig von Bertalanffy (Vienna, 19 settembre 1901 - New York, 12 giugno 1972), biologo, fondatore della teoria generale dei sistemi.
- Karl Raimund Popper (Vienna, 28 luglio 1902 - Londra, 17 settembre 1994), filosofo ed epistemologo.
- Ilya Prigogine (Mosca, 25 gennaio 1917 - Bruxelles, 28 maggio 2003), chimico, premio Nobel per la chimica 1977.
https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/1977/prigogine/facts/
- Thomas Samuel Kuhn (Cincinnati, 18 luglio 1922 - Cambridge, 17 giugno 1996), filosofo della scienza.
- Friedrich Cramer (Breslavia, 20 settembre 1923 - Breslavia 24 giugno 2003), chimico.
- Vittorio Silvestrini (Bolzano, 1935), fisico.
- Julian Barbour (1937), fisico teorico.
- Arnaldo Benini (Ravenna, 1938), neurochirurgo.
- Enzo Tiezzi (Siena, 4 febbraio 1938 - Siena, 25 giugno 2010), chimico.
- Iosif Aleksandrovič Brodskij (Leningrado, 24 maggio 1940 - New York, 28 gennaio 1996), premio Nobel per la letteratura 1987.
https://www.nobelprize.org/prizes/literature/1987/brodsky/article/
- Peter William Atkins (Amersham, 10 agosto 1940), chimico.
- Stephen William Hawking (Oxford, 8 gennaio 1942), fisico teorico, cosmologo.
- Richard A. Muller (San Francisco, 6 gennaio 1944), fisico.
- Robert Betts Laughlin (Visalia, 1 novembre 1950), premio Nobel per la fisica 1998.
https://www.nobelprize.org/prizes/physics/1998/laughlin/facts/
- Paolo Vidali (Vicenza, 18 aprile 1955), filosofo della scienza.
- Carlo Rovelli (Verona, 3 maggio 1956), fisico teorico.
- Giovanni Boniolo (Padova, 8 agosto 1956), filosofo della scienza.
- Francesco Orilia (Palermo, 11 agosto 1956), filosofo del linguaggio.
- Giorgio Vallortigara (Rovereto, 6 agosto 1959), neuroscienziato.
- Mauro Dorato (...), filosofo della scienza.
- Craig Callender (1968), filosofo della scienza.
- Luca Guzzardi (Como, 28 marzo 1975), filosofo della scienza.

Fonti delle frasi citate

"*Tempus item per se non est, sed rebus ab ipsis consequitur sensus...*"
"*Il tempo di per sé non esiste, ma è dalle cose stesse che si ricava l'idea...*".
Tito Lucrezio Caro. *De Rerum Natura*. Newton Compton editori, Roma, edizione in ebook ottobre 2012, ISBN 978-88-541-4707-2, Liber I, 0459-0460.

"*Senza un contatto con la scienza l'epistemologia diventa uno schema vuoto. La scienza senza epistemologia, se pure la si può concepire, è primitiva e confusa.*"
Albert Einstein. *Pensieri di un uomo curioso*. A cura di Alice Calaprice, prefazione di Freeman Dyson. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1997, ISBN 88-04-47479-3, p. 120.

"Le nostre teorie, anche le più importanti, rimangono sempre supposizioni o congetture. Se siano di fatto vere, questo non possiamo saperlo, né dall'esperienza, né da nessun'altra fonte."
Karl R. Popper. *Poscritto alla Logica della scoperta scientifica. Il realismo e lo scopo della scienza*. Il Saggiatore, Milano, 2009, ISBN 978-88-5650143-8, p. 70.

"*Cos'è dunque il tempo? Se nessuno m'interroga, lo so; se volessi spiegarlo a chi m'interroga, non lo so.*"
"*Quid est ergo tempus? Si nemo ex me quaerat, scio; si quaerenti explicare velim, nescio*".
Augustinus Hipponensis. *Confessionum libri XIII*. Liber undecimus (Commentiatio principii, quo Deus dicitur caelum er terram creavisse), 14.7.
https://www.augustinus.it/latino/confessioni/index.htm

"Ma qualcosa intravediamo, del mistero del tempo"
Carlo Rovelli. *L'ordine del tempo*. Adelphi Edizioni, Milano, 2017, ISBN 978-88-459-3192-5, p. 170.

"*Perché il tempo fosse generato, furono generati il sole, la luna, e altri cinque astri che si chiamano pianeti, per distinguere e custodire i numeri del tempo.*"
Platone. *Tutte le opere*. Newton Compton editori srl, Roma, 2013, ISBN 978-88-541-1636-8, [38c] pp. 2215-2217.

"*Per questo sembra che il tempo sia il movimento della sfera, perché grazie ad esso sono misurati gli altri movimenti, e perfino il tempo è misurato dal medesimo movimento. E ciò dà ragione a questo comune modo di dire: gli eventi umani sono ciclici, e <non solo essi>, ma anche la generazione e la corruzione di altri esseri dotati di moto naturale.*"
Aristotele. *Fisica*. A cura di Roberto Radice. Bompiani/RCS Libri SpA, Milano, 2011, ISBN 978-88-452-6921-9, p. 415.

"*Quando i tempi iniziavano a scorrere egli già era, e quando essi cesseranno egli rimarrà immutabilmente lo stesso*".
Icmaro di Reims. Citato in: Paolo Taroni. *Filosofie del tempo. Il concetto di tempo nella storia del pensiero occidentale*. Mimesis Edizioni, MIlano - Udine, 2012.ISBN 978-88-5751-453-6, p. 154.

"Perdesi adunque il tempo nollo adoperando, e di colui sarà il tempo che saprà adoperarlo."
Leon Battista Alberti. Citato in: Paolo Taroni. *Filosofie del tempo. Il concetto di tempo nella storia*

del pensiero occidentale, p. 200.

"*Il tempo assoluto, vero e matematico, in sé e per sua stessa natura, senza relazione con alcunché di esterno, scorre uniformemente...*"
"*Tempus absolutum verum & Mathematicum, in se & natura sua absq; relatione ad externum quodvis, æquabiliter fluit...*"
Isaac Newton. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. Londini [i.e. London], 1687. ETH-Bibliothek Zürich.
https://www.e-rara.ch/zut/doi/10.3931/e-rara-440

"*Il tempo è dunque unicamente condizione soggettiva della nostra (umana) intuizione ... e non è nulla in sé stesso, fuori del soggetto.*"
Immanuel Kant. *Critica della ragion pura*. II edizione, Johann Friedrich Hartknoch, Riga, 1787, p. 64.
https://www.pensierofilosofico.it/ebooks_file/criticadellaragionpura13594827872.pdf

"*Lo spazio e il tempo sono le forme generali dell'esperienza umana della realtà. Non possiamo concepire nessuna realtà se non sotto le condizioni spazio-temporali.*"
Citato in: Paolo Taroni. *Filosofie del tempo. Il concetto di tempo nella storia del pensiero occidentale*. Mimesis Edizioni, MIlano - Udine, 2012.ISBN 978-88-5751-453-6, p. 555.

"*Perché ricordiamo il passato ma non il futuro?*"
Stephen W. Hawking. *Dal big bang ai buchi neri. Breve storia del tempo*. Rizzoli Libri, Milano, 2016, ISBN 978-88-17-07975-4, p. 173.

"*Le neuroscienze non hanno preso in considerazione l'opinione della fisica sul tempo e sulla sua non esistenza, convinte di avere la prova del contrario.*"
Arnaldo Benini. Neurobiologia del tempo. Raffello Cortina Editore, Milano, 2017, ISBN 978-88-6030-880-1, p.87.

"*Ora ha lasciato questo strano mondo un po' prima di me. Questo non significa niente. Per noi fisici credenti, la distinzione tra passato, presente e futuro non è che un'illusione cocciuta e persistente.*"
Archivio Einstein 7-245, citato in: Albert EInstein. *Pensieri di un uomo curioso*. A cura di Alice Calaprice, prefazione di Freeman Dyson. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1997, ISBN 88-04-47479-3, p. 45. Così Einstein si esprime a proposito della morte dell'amico Michele Besso nella lettera di condoglianze alla famiglia, meno di un mese prima della propria morte.

"*Il nocciolo della questione è che le ideologie rappresentano un ostacolo alle nuove scoperte. Tutti noi percepiamo il mondo come vorremmo che fosse, anziché com'è realmente, perché è nella nostra natura, ma dovremmo tenere a mente che si tratta di un difetto di progettazione della mente umana, e combatterlo, se possibile.*"
Robert Laughlin. *Un universo diverso. Reinventare la fisica da cima a fondo*. Codice Edizioni, Torino, 2006, edizione speciale per il mensile Le Scienze, p. 133.

"*Ma la certa verità, nessun uomo l'ha mai conosciuta, né mai la conoscerà, né sugli dei, e nemmeno su tutte le cose che dico. Ché se anche per caso giungesse ad esprimere la perfetta verità, neppur lui lo saprebbe: poiché tutto non è altro che una tela intessuta di congetture.*"
Senofane. Citato in: Karl. R. Popper. *Poscritto alla Logica della scoperta scientifica. Il realismo e lo*

scopo della scienza. Il Saggiatore SpA, Milano, 2009, ISBN 978-88-5650143-8, p. 49.

"*Il tempo dunque è nato insieme al cielo, in modo che, generati insieme, insieme anche si dissolvano.*"
Platone. *Tutte le opere*. Newton Compton editori srl, Roma, 2013, ISBN 978-88-541-1636-8, p. 2215.

"*Il tempo considerato simultaneamente e in ogni luogo è dovunque il medesimo.*"
Aristotele. *Fisica*. A cura di Roberto Radice. Bompiani/RCS Libri SpA, Milano, 2011, ISBN 978-88-452-6921-9, p. 395.

"*Un fatto è ora limpido e chiaro: né futuro né passato esistono. È inesatto dire che i tempi sono tre: passato, presente e futuro. Forse sarebbe esatto dire che i tempi sono tre: presente del passato, presente del presente, presente del futuro. Queste tre specie di tempi esistono in qualche modo nell'animo e non le vedo altrove: il presente del passato è la memoria, il presente del presente la visione, il presente del futuro l'attesa.*"
Agostino d'Ippona. *Le confessioni*. Libro undicesimo (Meditazione sul primo versetto della Genesi: "in principio Dio creò..."), 20.26. Dalla "*Opera omnia di Sant'Agostino*" stampata dalla casa editrice Città Nuova e dalla Nuova Biblioteca Agostiniana.
https://www.augustinus.it/italiano/confessioni/index.htm

"*L'unica verità che abbiamo trovato è che il tempo non sappiamo esattamente cosa sia, ma c'è. Noi possiamo anche non occuparci di lui, è certo però che lui si occuperà di noi.*"
Armando Torno. *La truffa del tempo. Scienziati, santi e filosofi all'eterna ricerca di un orologio universale*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1999, ISBN 88-04-48507-8, p. 110.

"Il *tempo non è un'affezione delle cose, ma solo un mero modo del pensiero.*"
(Baruch Spinoza)
Citato in: Paolo Taroni. *Filosofie del tempo. Il concetto di tempo nella storia del pensiero occidentale*. Mimesis Edizioni, MIlano - Udine, 2012. ISBN 978-88-5751-453-6, p. 241.

"*Non si può, rispetto ai fenomeni in generale, sopprimere il tempo, quantunque sia del tutto possibile toglier via dal tempo tutti i fenomeni.*"
Immanuel Kant. *Critica della ragion pura*. II edizione, Johann Friedrich Hartknoch, Riga, 1787, p. 61.
https://www.pensierofilosofico.it/ebooks_file/criticadellaragionpura13594827872.pdf

"*Il nostro senso soggettivo della direzione del tempo, la freccia del tempo psicologica, è determinato nel nostro cervello dalla freccia del tempo termodinamica.*"
Stephen W. Hawking. *Dal big bang ai buchi neri. Breve storia del tempo*. Rizzoli Libri, Milano, 2016, ISBN 978-88-17-07975-4, p. 177.

"Il tempo non esiste"
Carlo Rovelli. *Che cos'è il tempo? Che cos'è lo spazio?* Di Renzo Editore, Roma, 2004, ISBN 978-88-32-3290-9, p. 44.

APPROFONDIMENTI

A1. Sistema Internazionale di Unità (SI)

Quanto sia diventata progressivamente forte nel tempo l'esigenza di disporre di unità di misura univoche e riproducibili per le grandezze di base impiegate nella società civile (misure di lunghezze, di superficie e di volume in primis, ma subito dopo anche di tempo) non può essere adeguatamente apprezzato se non si ha un'idea del caos che vigeva prima del grande processo di standardizzazione che ebbe origine durante la rivoluzione francese e che ha progressivamente portato all'attuale **Sistema internazionale di unità –** abbreviazione internazionale **SI** [224].

Questa è, a titolo di esempio, una tabella per convertire in metri il "Trabucco", una delle tante misure di lunghezza impiegate prima del metro. In Piemonte, nel circondario di Casale Monferrato, in ogni Comune si impiegava un "Trabucco" differente [225].
L'Italia nel 1875 aveva aderito alla C**onvenzione del Metro**, e per attuare la transizione erano state redatte queste tabelle di conversione al **Sistema metrico decimale** delle unità di misura in uso nel neonato Regno d'Italia. Dato l'interesse storico, ne riporto alcune altre.

CIRCONDARIO DI CASALE MONFERRATO

COMUNI	MISURE LOCALI		MISURE METRICHE	
	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE METRICHE	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE LOCALI
	MISURE DI LUNGHEZZA			
		Metri		Trabucchi
Comuni del Circondario	Trabucco di Monferrato	2,904126	Metro	0,344338
	Tesa di Monferrato	1,675000	Id.	Tese 0,597015
	Braccio lungo	0,670000	Id.	Braccia 1,492537
	Braccio corto o Bracciello	0,526000	Id.	Braccetti 1,901141
Alfiano Natta, Ticineto	Trabucco	2,989837	Id.	Trabucchi 0,334466
Altavilla Monferrato	Trabucco	2,893505	Id.	0,345602
Balzola	Trabucco	3,079032	Id.	0,324777
Borgo S. Martino	Trabucco	2,950590	Id.	0,338915
Bozzole	Trabucco	2,975565	Id.	0,336071
Brusascretto, Castel S. Pietro, Moncestino, Rinco, Serralonga di Crea	Trabucco	3,096871	Id.	0,322907
Calliano, Olivola	Trabucco	2,986269	Id.	0,334866
Camagna	Trabucco	2,914912	Id.	0,343063
Camino	Trabucco	3,071896	Id.	0,325532
Casorzo	Trabucco	2,939887	Id.	0,340149
Castagnole Monferrato	Trabucco	3,011243	Id.	0,332089

[224] E si legge esse-i.
[225] *Tavole di ragguaglio dei pesi e delle misure già in uso nelle varie province del regno col peso metrico decimale*. Approvate con decreto Reale 20 maggio 1877, n. 3836. Edizione ufficiale. Roma, stamperia reale, 1877, p. 13.

CIRCONDARIO D'ASTI

COMUNI	MISURE LOCALI		MISURE METRICHE	
	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE METRICHE	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE LOCALI
MISURE DI LUNGHEZZA *anteriormente al 1818*				
TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Trabucco	Metri 3,082596	Metro	Trabucchi 0,324402
	Piede liprando	0,513766	Id.	Piedi liprandi 1,946411
	Piede manuale	0,342511	Id.	Piedi manuali 2,919614
	Piede legale	0,292561	Id.	Piedi legali 3,418088
	Raso	0,599394	Id.	Rasi 1,668352
	Tesa	1,712553	Id.	Tese 0,583923
	posteriormente al 1818			
	Trabucco	Metri 3,086420	Metro	Trabucchi 0,324000
	Piede liprando	0,514403	Id.	Piedi 1,944000
	Piede manuale	0,342935	Id.	2,916000
	Piede legale	0,292924	Id.	3,413856
	Raso	0,600137	Id.	Rasi 1,666286
	Tesa	1,714678	Id.	Tese 0,583200
CERRETO D'ASTI	Trabucco	3,125716	Id.	Trabucchi 0,319927
CASTELNUOVO CALCEA, CISTERNA	Trabucco	3,000700	Id.	0,333256
MORANSENGO	Trabucco	3,215020	Id.	0,311040
ROCCA D'ARAZZO, ROCCHETTA TANARO, BELVEGLIO	Trabucco	3,026000	Id.	0,330469
TIGLIOLE	Trabucco	2,996800	Id.	0,333689
FRINCO	Trabucco	2,993421	Id	0,334066

Il Piedo liprando si divido in 12 Once,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi. Sei Piedi formano il Trabucco.
800 Trabucchi formano il Miglio misura itineraria.
Il Piede manuale si divide in 8 Once, l'Oncia come sopra.
5 Piedi manuali ossia 40 Oncie formano la Tesa.
Il Piede legale corrisponde ad Oncie 6 punti 10 del Piedo liprando.
Il Raso, misura mercantile, si divido in metà, terzi, quarti, sesti, ottavi, sedicesimi.
Il Trabucco, base dello Misure agrario si divido in 6 Piedi,
il Piedo in 12 Once,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi.

MISURE DI SUPERFICIE *anteriormente al 1818*				
TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Trabucco quadrato	Metri quadr. 9,502400	Metro quadr.	Trabuc. quadr. 0,105237
	Piede quadrato	0,263956	Id.	Piedi quadrati 3,788517
	Giornata	Are 38,009599	Ettara	Giornate 2,630914
	Tavola	Metri quadr. 38,009599	Ara	Tavole 2,630914

COMUNI	MISURE LOCALI		MISURE METRICHE	
	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE METRICHE	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE LOCALI
	posteriormente al 1818			
TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Trabucco quadrato	Metri quadr. 9,525987	Metro quadr.	Trabuc. quadr. 0,104976
	Piede quadrato	0,264611	Id.	Piedi quadrati 3,779136
	Giornata	Are 38,103948	Ettara	Giornate 2,624400
	Tavola	Centiare 38,103948	Ara	Tavole 2,624400
CERRETO D'ASTI	Trabucco quadrato	Metri quadr. 9,770101	Metro quadr.	Trabuc. quadr. 0,102353
	Tavola	Are 0,390804	Ara	Tavole 2,558827
CASTELNUOVO CALCEA, CISTERNA	Moggia	34,576130	Id.	Moggia 0,028922
MORANSENGO	Trabucco quadrato	Metri quadr. 10,336354	Metro quadr.	Trabuc. quadr. 0,096746
	Tavola	Are 0,413454	Ara	Tavole 2,418648
ROCCA D'ARAZZO, BELVEGLIO, ROCCHETTA TANARO	Giornata	35,161636	Id.	Giornate 0,028440
TIGLIOLE	Trabucco quadrato	Metri quadr. 8,981362	Metro quadr.	Trabuc. quadr. 0,111342
	Tavola	Are 0,359254	Ara	Tavole 2,783542
AZZANO, S. MARZANO, CORTANZE, MOMBERCELLI, VINCHIO, MONTEGROSSO, MONTALDO SCARAMPI, AGLIANO	Giornata	38,009599	Ettara	Giornate 2,630914
FRINCO	Giornata	34,408586	Id.	2,906251

Il Piede quadrato si divide in 12 Once di Piede quadrato,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi di Piede quadrato.
Il Trabucco quadrato si divide in 6 Piedi di Trabucco quadrato.
Quattro Trabucchi quadrati formano una Tavola che si divide in 12 Piedi di Tavola,
il Piede in 12 Once,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi di Tavola.
12 Tavole formano uno Staro. 100 Tavole formano la Giornata, l'unità più usata per le misure agrarie.
Il Moggio di Castelnuovo Calcea si divide in 8 Stara,
lo Staro in 12 Tavole,
la Tavola in 12 Piedi,
il Piede in 12 once,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi.
La Giornata di Rocca d'Arazzo è di 96 Tavole, e si divide in 8 Staia.
Per Tigliole 96 Tavole locali fanno una Giornata.
La Giornata di Azzano è la Giornata di Piemonte, anteriore al 1818, è ugualmente di 100 Tavole ma si divide in 8 Stari di Tavole 12 $^1/_4$ ciascuno.
Nei Comuni di S. Marzano Oliveto e Moasca si usava comunemente dare il nome di *Giornata* ad una misura di 96 Tavole piemontesi, anteriori al 1818, eguale ad Are 36,48922, divisa in 8 Stari di Tavole 12.
La Giornata di Frinco è di 96 Tavole, e si divide in 8 Staia di 12 Tavole ciascuno.

MISURE DI VOLUME

anteriormente al 1818

TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Piede cubo	Metri cubi 0,135611	Metro cubo	Piedi cubi 7,374011
	Trabucco cubo	29,292062	Id.	Trabucchi cubi 0,034139
	Trabucco camerale da muro	4,068342	Id.	Trab. cam. da muro 0,245800
	Piede manuale cubo	0,040181	Id.	Piedi man. cubi. 24,887288
	Tesa cuba	5,022644	Id.	Tese cube 0,199098

COMUNI	MISURE LOCALI		MISURE METRICHE	
	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE METRICHE	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE LOCALI
TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Tesa da legna	Metri cubi 4,018116	Metro cubo	Tese da legna 0,248873
	Tesa da pozzi	1,808152	Id.	Tese da pozzi 0,553051
	Carro di pietra	0,203417	Id.	Carri di pietra 4,916010
	Carro di sabbia	0,180815	Id.	Carri di sabbia 5,530514
	posteriormente al 1818			
	Piede cubo	Metri cubi 0,136147	Metro cubo	Piedi cubi 7,346640
	Trabucco cubo	29,401194	Id.	Trabucchi cubi 0,034012
	Trabucco camerale da muro	4,083499	Id.	Trab. cam. da muro 0,244888
	Piede manuale cubo	0,040334	Id.	Piedi man. cubi 24,794823
	Tesa cuba	5,041357	Id.	Tese cube 0,198359
	Tesa da legna	4,033083	Id.	Tese da legna 0,247949
	Tesa da pozzi	1,814887	Id.	Tese da pozzi 0,550998
	Carro di pietra	0,204175	Id.	Carri di pietra 4,897759
	Carro di sabbia	0,181489	Id.	Carri di sabbia 5,509975

Il Piede cubo è di 1728 Once cube, e si divide in 12 Once di Piede cubo,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi di Piede cubo.
216 Piedi cubi formano un Trabucco cubo che si divide in 6 Piedi di Trabucco cubo,
il Piede in 12 Once,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi di Trabucco cubo.
30 Piedi cubi formano il Trabucco camerale da muro che si divide in 6 Piedi,
il Piede in 12 Once,
l'Oncia in 12 Punti,
il Punto in 12 Atomi.
Questo Trabucco camerale da muro è il volume di un parallelepipedo rettangolo che ha un Trabucco quadrato per base e 10 Once d'altezza.
Il Piede manuale cubo è di 512 Once cube.
La Tesa cuba che serve per la misura del fieno e della paglia è di 125 piedi manuali cubi, e si divide in 5 Piedi di Tesa cuba, il Piede in 8 Once di Tesa cuba.
100 Piedi manuali cubi formano la Tesa di legna che è il volume di un parallelopipedo rettangolo che ha una Tesa quadrata di base e 4 Piedi manuali d'altezza.
45 Piedi manuali cubi formano la Tesa da pozzo.
2592 Once cube formano il carro di pietra.
2304 Once cube formano il carro di Sabbia.

MISURE DI CAPACITÀ PER GLI ARIDI

TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	*anteriormente al* 1818			
	Emina	Litri 23,005556	Ettolitro	Emine 4,346776
	posteriormente al 1818			
	Emina	Litri 23,054974	Ettolitro	Emine 4,337456
ROCCHETTA TANARO	Staio alessandrino	17,771550	Id.	Staia 5,626974

L'Emina si divide in 8 Coppi, o 16 mezzi Coppi.
Il Coppo in 24 Cucchiai.
Cinque Emine formano il Sacco.
Sei Emine formano il Sacco camerale.
Lo Staio alessandrino, misura pei cereali, si divide in 16 Coppi. 12 Staia fanno una Salma.
Nel Comune di Rocchetta Tanaro si usava anche lo Staio di Monferrato, equivalente a Litri 16,1633.

COMUNI	MISURE LOCALI		MISURE METRICHE	
	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE METRICHE	DENOMINAZIONE	VALORE in MISURE LOCALI
MISURE DI CAPACITÀ PEI LIQUIDI				
anteriormente al 1818				
TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Brenta	Litri 49,284696	Ettolitro	Brente 2,029027
posteriormente al 1818				
ROCCHETTA TANARO, VINCHIO, BELVEGLIO.	Brenta	Litri 49,306931	Ettolitro	Brente 2,028412
	Staio	Ettolitri 0,783600	Id.	Staia 1,276161

La Brenta si divide in 36 Pinte,
la Pinta in 2 Boccali,
il Boccale in 2 Quartini,
il Quartino in 2 Bicchieri.
10 Brente formano la Carra.
8 Brente formano un Botallo.
Lo Staio di Rocchetta Tanaro, misura pel vino, si stima del peso di 10 Rubbi di Monferrato.

PESI				
anteriormente al 1818				
TUTTI I COMUNI DEL CIRCONDARIO	Libbra	Chilogrammi 0,368845	Chilogramma	Libbre 2,711470
	Libbra medica	0,307370	Id.	Libbre mediche 3,253404
	Marco	0,245896	Id.	Marchi 4,066755
posteriormente al 1818				
	Libbra	Chilogrammi 0,368880	Chilogramma	Libbre 2,710910
	Libbra medica	0,307400	Id.	Libbre mediche 3,253092
	Marco	0,245920	Id.	Marchi 4,066365
MOMBERCELLI, CASTELNUOVO CALCEA, VINCHIO, BELVEGLIO	Libbra	0,325780	Id.	Libbre 3,069556

La Libbra si divide in 12 Once,
l'Oncia in 8 Ottavi,
l'Ottavo in 3 Denari,
il Denaro in 24 Grani,
il Grano in 24 Granotti.
25 Libbre fanno il Rubbo.
La Libbra medica o farmaceutica si divide in 12 Once,
l'Oncia in 8 Dramma,
la Dramma in 3 Scrupoli,
lo Scrupolo in 24 grani.
La Libbra medica corrisponde a 10 Once della Libbra mercantile.
Il Marco, unità di peso usata dagli orefici, si divide in 8 Once,
l'Oncia in 24 Denari,
il Denaro in 24 Grani,
il Grano in 24 Granotti.
Il Carato peso di 4 Grani, è l'unità di peso per le gemme.
La Libbra di Mombercelli si divide in 12 Once,
l'Oncia in 8 Ottavi,
l'Ottavo in 3 Denari,
il Denaro in 24 Grani.
Questa Libbra si usava solamente nella vendita dei commestibili, mentre per gli altri generi era usata la Libbra di Piemonte.

Quasi un secolo prima in Francia, durante la preparazione degli Stati Generali del 1789, l'unificazione dei pesi e delle misure era stata reclamata sia dal primo Stato (clero) sia dal secondo Stato (aristocrazia) sia dal terzo Stato (borghesia). Nei "*cahiers de doléances*" [226] si leggeva:
→ "*la misura dei nobili aumenta tutti gli anni*" [227];
→ "*ogni signore ... ha il suo differente staio*" [228];
→ "*i signori, gli ecclesiastici feudatari, possono avere delle misure per il grano varie quanto i feudi che posseggono, delle misure scelte a loro volontà?*" [229];
→ "*chiediamo che tutti i mugnai siano tenuti ad avere una bilancia e dei pesi*" [230];
→ "*che ci sia una misura generale determinata da Sua Maestà per tutti i terreni del regno soggetti alle imposte, alla quale tutte le misure locali attualmente esistenti siano riportate, perché le imposte siano ugualmente ripartite*" [231].
→ "*che tutte le misure dei signori siano ricondotte alla misura del re*" [232].

Il problema era così sentito e urgente che il 18 germinale dell'anno 3 (7 aprile 1795) viene emanato un "*Decreto relativo ai pesi e alle misure*" che prevedeva all'articolo 5:
"*5. Le nuove misure saranno distinte d'ora in avanti con la denominazione di repubblicane; la loro nomenclatura è definitivamente adotta come segue:*
Si chiamerà: Metro, la misura di lunghezza uguale alla decimilionesima parte dell'arco del meridiano terrestre compreso tra il polo boreale a l'equatore.
Ara, la misura di superficie, per i terreni, uguale a un quadrato di cieci metri di lato. Stero la misura destinata oarticolarmente al legno da riscaldamento, e che sarà uguale al metro cubo.
Litro, la misura di capacità, tanto per i liquidi che per le materie secche, il cui contenuto sarà quallo del cubo della decima parte del metro:
Grammo, il peso assoluto di un volume di acqua pura uguale al cubo della centesima parte del metro, e alla temperatura del ghiaccio fondente" [233].

Con questo decreto nel quale viene anche confermata la decimalizzazione del sistema di pesi e

[226] *Les cahiers de doléances de 1789*.
https://francearchives.gouv.fr/fr/article/163458854
[227] "*la mesure des nobles augmente tous les ans*"
[228] "*chaque seigneur ... a son boisseau différent*"
[229] "*les seigneurs, les ecclésiastiques fieffés, peuvent-ils avoir des mesures de grains aussi variées qu'ils possèdent des fiefs, des mesures choisies à leur gré?*"
[230] "*nous demandons que tous les meuniers soyent tenus d'avoir chez eux une balance et des poids*"
[231] "*qu'il y ait une mesure générale déterminée par Sa Majesté pour tous les terrains de son royaume sujets aux impôts, à laquelle toutes les mesures locales actuellement existantes soient comparées, pour que les impôts soient répartis également*"
[232] "*que toutes les mesures des seigneurs soient réduites à la mesure du roi*"
[233] "*Décret relatif aux poids et aux mesures - 18 germinal an 3 (7 avril 1795) ...*
5. Les nouvelles mesures seront distinguées dorénavant par le surnom de républicaines; leur nomenclature est définitivement adoptée comme il suit:
On appellera: Mètre, la mesure de longueur égale à la dix-millionième partie de l'arc du méridien terrestre compris entre le pôle boréal et l'équateur.
Are, la mesure de superficie, pour les terrains, égale à un carré de dix mètres de côté. Stère la mesure destinée particulièrement aux bois de chauffage, et qui sera égale au mètre cube.
Litre, la mesure de capacité, tant pour les liquides que pour les matières sèches, dont la contenance sera celle du cube de la dixièrne partie du mètre.
Gramme, le poids absolu d'un volume d'eau pure égal au cube de la centième partie du mètre, et à la température de la glace fondante".

misure, che consiste nelll'impiegare solamente multipli e sottomultipli in base dieci delle unità del sistema, nasce il **Sistema Metrico Decimale**.

Il 20 maggio 1875 aderiscono alla C**onvenzione del Metro** 17 Stati, tra i quali l'Italia, viene fondato il **BIPM** (*Bureau international des Poids et Mesures*) e viene stabilita la **CGPM** (*Conférence Générale des Poids et Mesures*). Il BIPM è incaricato di custodire i campioni delle unità di misura ai quali tutti faranno riferimento, la CGPM viene convocato periodicamente e definisce unità, terminologia e raccomandazioni del SI.

Nel 1889 con la prima CGPM nasce il **Sistema MKS**, che, come la stessa sigla suggerisce, comprende ora tre grandezze fondamentali, lunghezza, massa e tempo, con le rispettive unità di misura: il **M**etro, il **K**ilogrammo e il **S**econdo. Nel 1946, su proposta del fisico italiano Giovanni Giorgi, la CGPM approva l'entrata dell'ampere come unità di misura fondamentale della corrente elettrica, in luogo della resistenza elettrica (che era stata inserita nel 1935). Nasce così il **Sistema MKSA**, chiamato anche "Sistema Giorgi", in onore del proponente. Con la successiva introduzione di altre grandezze fondamentali (attualmente sono sette) si arriva all'attuale **Sistema Internazionale di Unità** (**SI**), sancito dalla Conferenza Generale dei Pesi e Misure (CGPM) nel 1960 e nel 1971, accettato dalla Comunità Economica Europea (CEE) nel 1980 e divenuto legale in Italia nel 1982 [234]. La direttiva del 1980 è stata modificata livello europeo una prima volta nel 1999 e recepita in Italia nel 2001 [235], una seconda volta nel 2009 e recepita in Italia nello stesso 2009 [236]. Questa infine è la versione del Sistema internazionale di unità (SI) attualmente in vigore dal 20 maggio 2019 [237].

Il Sistema Internazionale di Unità (SI) è il sistema di unità nel quale:
→ la frequenza della transizione tra i due livelli iperfini dello stato fondamentale dell'atomo di cesio 133, $\Delta\nu_{Cs}$, è 9 192 631 770 Hz,
→ la velocità della luce nel vuoto c è 299 792 458 m/s,
→ la costante di Planck h è $6{,}626\,070\,15 \times 10^{-3}4$ J s,
→ la carica elementare e è $1{,}602\,176\,634 \times 10^{-19}$ C,
→ la costante di Boltzmann k è $1{,}380\,649 \times 10^{-23}$ J/K,
→ la costante di Avogadro N_A è $6{,}022\,140\,76 \times 10^{23}$ mol^{-1},
→ l'efficacia luminosa della radiazione monocromatica di frequenza 540×10^{12} Hz, K_{cd} , è 683 lm/W,

[234] DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 12 agosto 1982, n. 802 *Attuazione della direttiva (CEE) n. 80/181 relativa alle unita' di misura*. GU Serie Generale n.302 del 03-11-1982 - Suppl. Ordinario.
https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/1982/11/03/082U0802/sg
[235] DECRETO 29 gennaio 2001. *Attuazione della direttiva 1999/103/CE che modifica la direttiva 80/181/CEE sul riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle unita' di misura*. GU Serie Generale n.27 del 02-02-2001.
https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2001/02/02/001A1152/sg
[236] DECRETO 29 ottobre 2009. *Attuazione della direttiva 2009/3/CE del Parlamento europeo e del Consiglio dell'11 marzo 2009 che modifica la direttiva 80/181/CEE del Consiglio sul riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri riguardo alle unita' di misura*. GU Serie Generale n.273 del 23-11-2009.
https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2009/11/23/09A13580/sg
[237] DECRETO 7 aprile 2020. *Attuazione della direttiva (UE) 2019/1258 della Commissione del 23 luglio 2019 che modifica, ai fini dell'adattamento al progresso tecnico, l'allegato della direttiva 80/181/CEE del Consiglio per quanto riguarda le definizioni delle unita' SI di base*.
https://www.gazzettaufficiale.it/eli/id/2020/05/09/20A02529/sg

dove hertz, joule, coulomb, lumen, e watt, con i simboli Hz, J, C, lm, e W, rispettivamente, sono collegati alle unità secondo, metro, kilogrammo, ampere, kelvin, mole, e candela, con i simboli s, m, kg, A, K, mol, e cd, rispettivamente, dalle relazioni Hz = s^{-1}, J = kg m^2 s^{-2}, C = A s, lm = cd m^2 m^{-2} = cd sr, e W = kg m^2 s^{-3}.

Da queste definizioni si ricavano le <u>sette</u> **unità di base del SI**.

Grandezza di base	**Simbolo della grandezza** *(a, c)*	**Unità di base**	**Simbolo dell'unità** *(b, c)*
tempo	*t*	secondo	s
lunghezza	*l, x, r,* eccetera	metro	m
massa	*m*	Kilogrammo	kg
intensità di corrente elettrica	*I, i*	ampere	A
temperatura termodinamica	*T*	kelvin	K
quantità di sostanza	*n*	mole	mol
intensità luminosa	I_v	candela	cd

(a) I simboli delle grandezze sono generalmente singole lettere dell'alfabeto Latino o Greco, sono in carattere *corsivo* (in francese "*italique*"; in inglese "*italic*") e sono raccomandazioni.
(b) I simboli delle unità sono in carattere tondo (In francese "romain"; in inglese "roman") e sono mandatori.
(c) Dopo i simboli non si deve mettere il punto (kg e non kg. ovvero mol e non mol. e così via): si tratta appunto di simboli, e non di abbreviazioni.

Dalle unità di base del SI si ricavano le <u>ventidue</u> **unità SI con nomi e simboli speciali**.

Grandezza derivata	**Nome dell'unità**	**Simbolo dell'unità**	**Espressione in unità di base**	**Espressione in unità SI**
angolo piano	radiante	rad	m/m	
angolo solido	steradiante	sr	m^2/m^2	
frequenza (cicli al secondo)	hertz	Hz	s^{-1}	
forza	newton	N	kg m s^{-2}	
Pressione, tensione	pascal	Pa	kg m^{-1} s^{-2}	
energia, lavoro, quantità di calore	joule	J	kg m^2 s^{-2}	N m
potenza, flusso energetico	watt	W	kg m^2 s^{-3}	J/s
carica elettrica	coulomb	C	A s	
differenza di potenziale elettrico	volt	V	kg m^2 s^{-1} A^{-1}	W/A
capacitanza	farad	F	kg^{-1} m^{-2} s^4 A^2	C/V
resistenza elettrica	ohm	Ω	kg m^2 s^{-3} A^{-2}	V/A
conduttanza elettrica	siemens	S	kg^{-1} m^{-2} s^3A^2	A/V
flusso magnetico	weber	Wb	kg m^2 s^{-2} A^{-1}	V s
densità di flusso magnetico	tesla	T	kg s^{-2} A^{-1}	Wb/m2
induttanza	henry	H	kg m^2 s^{-2} A^{-2}	Wb/A
temperatura Celsius	grado Celsius *(d)*	°C	K	

Grandezza derivata	Nome dell'unità	Simbolo dell'unità	Espressione in unità di base	Espressione in unità SI
flusso luminoso	lumen	lm	cd sr	cd sr
Illuminamento	lux	lx	cd sr m^{-2}	lm/m^2
attività riferita a un radionuclide	becquerel	Bq	s^{-1}	
dose assorbita, kerma	gray	Gy	m^2 s^{-2}	J/kg
equivalente di dose	sievert	Sv	m^2 s^{-2}	J/kg
attività catalitica	katal	kat	mol s^{-1}	

(d) Il valore numerico di una differenza (o intervallo) di temperatura è lo stesso quando espresso in kelvin o in gradi Celsius. Il valore numerico di una temperatura Celsius espressa in gradi Celsius (°C) è collegato al valore numerico di una temperatura termodinamica espressa in kelvin (K) dalla relazione

$$t/°C = T/K - 273.15$$ [238]

Le sette unità di base e le ventidue unità con nomi e simboli speciali possono essere combinate per definire le **unità derivate coerenti**, cioè le unità ricavate (derivate) dal prodotto di potenze di dette unità, il cui fattore numerico è 1 (coerenti). Per le grandezze impiegate nella pratica, i loro simboli e la conversione alle unità SI da altri sistemi di unità, vedere Fazio [239] e il "*CRC Handbook of Chemistry and Physics*" [240][241].

Questi sono alcuni esempi di **unità derivate coerenti** espresse in termini di **unità di base** del SI.

Grandezza derivata	Simbolo della grandezza	Espressione in unità di base
accelerazione	a	m s^{-2}
area, superficie	A	m^2
concentrazione di massa	ρ, γ	kg m^{-3}
concentrazione di sostanza	c	mol m^{-3}
velocità	v	m s^{-1}
volume	V	m^3

Questi sono alcuni esempi di **unità derivate coerenti** i cui nomi e simboli includono **unità SI con nomi e simboli speciali** del SI.

[238] Le modalità di scrittura qui impiegate sono chiarite poco avanti nelle **regole di scrittura**.
[239] Michelangelo Fazio. *Dizionario e manuale delle unità di misura*. Nicola Zanichelli, Bologna, 1985.
[240] *1. Basic Costants, Units, and Conversion Factors*. In: *CRC Handbook of Chemistry and Physics*. CRC Press, Inc., Boca Raton, Ann Arbor, Boston, 1991, pp. 1.18-1.31.
[241] *Nomenclature, Symbols, and Terminology*. *Ivi*, pp. 2.1-2.21.

Grandezza derivata	Simbolo della grandezza	Nome dell'unità	Simbolo dell'unità	Espressione in unità di base
capacità termica, entropia	*S*	joule per kelvin	J K^{-1}	kg m^2 s^{-2} K^{-1}
concentrazione di attività catalitica	*b*	katal per metro cubo	kat m^{-3}	mol s^{-1} m^{-3}
densità di energia, energia volumica	*w*	joule per metro cubo	J m^{-3}	kg m^{-1} s^{-2}
momento di una forza	*M*	newton metro	N m	kg m^2 s^{-2}
permeabilità magnetica	*μ*	henry per metro	H m^{-1}	kg m s^{-2} A^{-2}
tensione superficiale	*τ*	newton per metro	N m^{-1}	kg s^{-2}

Infine queste sono le **unità non SI ammesse**, in quanto il loro impiego è talmente pervasivo da escludere, almeno per ora, la possibilità di sostituirle.

Grandezza	Nome dell'unità	Simbolo dell'unità	Valore in untà SI
Angolo piano e angolo di fase	grado	°	1° = (π/180) rad
	minuto	'	1' = (1/60)° = (π/10 800) rad
	secondo	"	1" = (1/60)' = (π/648 000) rad
Area	ettaro	ha	1 ha = 1 hm^2 = 10^4 m^2
Energia	elettronvolt	eV	1 eV = 1,602 176 634 10^{-19} J
Lunghezza	unità astronomica	au	1 au = 149 597 870 700 m
Massa	tonnellata	t	1 t = 10^3 kg
	dalton	Da	1 Da = 1,660 539 040 10^{-27} kg
Tempo	minuto	min	1 min = 60 s
	ora	h	1 h = 60 min = 3 600 s
	giorno	d	1 d = 24 h = 86 400 s
Volume	litro *(e)*	l , L	1 l = 1 L = 1 dm^3 = 10^3 cm^3 = 10^{-3} m^3

(e) Una eccezione, adottata della 16ª CGPM (1979), è che per il litro è consentito l'uso sia della L maiuscola sia della l (elle) minuscola, onde evitare possibili confusioni tra quest'ultima e il numero 1 (uno).

Tutte le unità non ricomprese nell'elenco riportato sopra sono per definizione non ammesse. Quindi **nel SI non sono ammessi**, tra gli altri, ad esempio:
→ per la lunghezza, l'angström (Å) e il micron (μ)
→ per il volume, il lambda (λ)
→ per la massa, il gamma (γ)
→ per la pressione, l'atmosfera (atm)
→ per la quantità di calore, la caloria (cal)
→ per la potenza, il cavallo vapore (CV o HP)

così come non sono ammessi i gradi centigradi, il quintale, la pertica (tradizionalmente impiegata per la misura delle superfici agrarie), il curie, l'anno-luce, l'espressione della forza in dyne e dell'energia in erg, il miglio [242]), il pollice, il millimetro di mercurio [243]), il bar e il suo sottomultiplo millibar [244].

Per indicare **multipli** e **sottomultipli** delle unità sono previsti i fattori riportati nella seguente tabella

Prefisso	**Simbolo**	**Fattore di moltiplicazione**	**Fattore di moltiplicazione per esteso**
quetta	Q	10^{30}	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000 000
ronna	R	10^{27}	1 000 000 000 000 000 000 000 000 000
yotta	Y	10^{24}	1 000 000 000 000 000 000 000 000
zetta	Z	10^{21}	1 000 000 000 000 000 000 000
exa	E	10^{18}	1 000 000 000 000 000 000
peta	P	10^{15}	1 000 000 000 000 000
tera	T	10^{12}	1 000 000 000 000
giga	G	10^{9}	1 000 000 000
mega	M	10^{6}	1 000 000
kilo	k	10^{3}	1 000
etto	h	10^{2}	100
deca	da	10^{1}	10
deci	d	10^{-1}	0,1
centi	c	10^{-2}	0,01
milli	m	10^{-3}	0,001
micro	µ	10^{-6}	0,000 001
nano	n	10^{-9}	0,000 000 001
pico	p	10^{-12}	0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15}	0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18}	0,000 000 000 000 000 001
zepto	z	10^{-21}	0,000 000 000 000 000 000 001
yocto	y	10^{-24}	0,000 000 000 000 000 000 000 001
ronto	r	10^{-27}	0,000 000 000 000 000 000 000 000 001
quecto	q	10^{-30}	0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 001

Il SI prevede il rispetto di alcune **regole di scrittura**.

La regola principale deriva dal fatto che un procedimento di misura consiste nell'esprimere una

[242] Anche se continua ad essere impiegato il miglio nautico (NM) essendo 1 NM = 1 852 m.
[243] Sigla mmHg, continua ad essere impiegato in campo medico per la misurazione della pressione sanguigna.
[244] Quest'ultimo in passato tradizionalmente impiegato per indicare i valori delle isobare tracciate sulle carte meteorologiche, che invece oggi riportano i valori in ettopascal (hPa). Tuttavia, essendo 1 bar = 100 000 Pa e quindi un millibar = 100 Pa = 1 hPa, i nuovi valori, espressi in hPa, risultano numericamente identici a quelli del passato espressi in millibar e il cambiamento non ha avuto alcun impatto sulle abitudini consolidate.

grandezza in modo quantitativo, dando ad essa un "*valore numerico*" che è uguale al rapporto tra il "*(valore della) grandezza*" in esame e il valore di una grandezza di riferimento ad essa omogenea, definita "*unità di misura*", essendo quindi

(valore della) grandezza / unità di misura = valore numerico *(i)*

da cui si ricava

(valore della) grandezza = valore numerico · unità di misura *(ii)*

Poiché il risultato di una misura, il "*(valore della) grandezza*" in esame, è dato dal prodotto di un "*valore numerico*" per la "*unità di misura*", l'indicazione di quest'ultima non deve mai essere omessa. Per indicare il prodotto, rendendo "*valore numerico*" e "*unità di misura*" un tutt'uno inscindibile, si impiega lo spazio unificatore, come ad esempio in 9,81 m s^{-2} o 12 A [[245]]. Unica eccezione sono le unità angolari, per le quali lo spazio tra il valore numerico e il simbolo dell'unità non è previsto: pertanto un angolo verrà riportato, ad esempio, come 41°54'39".

Questa impostazione si riflette sul modo in cui devono essere riportati i dati.

In base alla (*ii*), una temperatura di 23,15 gradi Celsius viene scritta come *t* = 23,15 °C. Una tabella che riporta nella prima colonna la temperatura *t* espressa in gradi Celsius (°C) e nella seconda colonna la corrispondente temperatura *T* espressa in kelvin (K), se si riportano i valori in base alla (*ii*) deve essere compilata come segue:

t	*T*
23,15 °C	- 250 K
780 °C	506,85 K

In base alla (*i*), una temperatura di 23,15 gradi Celsius viene scritta come *t*/°C = 23,15. E la stessa tabella, se si riportano i valori in base alla (*ii*) deve essere compilata come qui riportato, una presentazione che ha il vantaggio di consentire di riportare i dati come semplici numeri:

t/°C	*T*/K
23,15	- 250
780	506,85

Le regole per l'impiego dei fattori (multipli e sottomultipli) sono:
→ simbolo del fattore e simbolo dell'unità formano un tutt'uno che rappresenta un nuovo simbolo di unità, sottomultiplo o multiplo dell'unità impiegata, come ad esempio fL (femtolitro), µm (micrometro), Ghz (gigahertz);

[245] Lo **spazio unificatore** non cambia ampiezza e non consente di andare a capo, lasciando quindi l'espressione sempre correttamente impaginata. In ambiente **Windows** può essere inserito tenendo premuti contemporaneamente i tasti **<ctrl>** e **<shift>** e premendo la **barra spaziatrice**, oppure tenendo premuto il tasto **<alt>** e digitando **255** sul tastierino numerico, su **Mac** tenendo premuto il tasto **<alt>** e premendo la **barra spaziatrice**.

→ sono raccomandati i fattori che fanno variare l'unità di un fattore 1 000 (kilo, mega, giga, milli, micro, nano, eccetera);
→ non si devono usare i fattori da soli, il nome o il simbolo dell'unità non deve essere omesso, quindi micrometro (µm) e non micron (µ), kilogrammo e non kilo, e così via;
→ non devono essere formate unità con più di un prefisso, quindi nanometro (nm) e non millimicron (mµ), picogrammo (pg) e non micromicrogrammo (µµg), e così via;
→ i multipli e i sottomultipli dell'unità di massa (kilogrammo), che già contiene un prefisso, si formano anteponendo i prefissi al grammo (quindi µg e non nKg).

Altre regole sono:
→ i simboli delle grandezze sono in carattere "*corsivo*";
→ i simboli delle unità sono in carattere "tondo";
→ dopo i simboli di grandezze e unità non si deve mettere il punto, sono simboli, non abbreviazioni;
→ per il litro sono ammessi sia l (elle minuscola) sia L;
→ per separare i decimali si possono impiegare il punto (.) o la virgola (,) secondo gli usi;
→ per raggruppare le cifre può essere impiegato **esclusivamente** lo spazio (spazio unificatore).

Per moltiplicare o dividere <u>i simboli</u> delle grandezze può essere impiegata una qualsiasi di queste espressioni:

ab, $a\ b$, $a \cdot b$, $a \times b$, a/b, $a\ b^{-1}$, $\frac{a}{b}$, ad esempio $F = ma$ oppure $F = m \cdot a$

Per moltiplicare <u>i valori</u> delle grandezze impiegare le parentesi, senza interporre · , ad esempio (4 m/s)(8 s), o impiegare il segno x, ad esempio (4 m/s) x 8 s.

Per moltiplicare i numeri impiegare il segno x, ad esempio 12,3 x 4,8. Nel caso delle divisioni impiegare opportunamente le parentesi per evitare ambiguità.

Il simbolo % deve essere separato dal numero che lo precede con uno spazio, come ad esempio in 24,6 %. Il termine ppm a indicare 1 parte per milione è ammesso, sconsigliati invece ppb (una parte per bilione) e ppt (una parte per trilione) in quanto dipendono dal contesto (bilione e trilione sono intesi in modo differente in europa e nei paesi anglosassoni).

Come si vede le regole di scrittura sono semplici, ma anche molto puntuali, e sono in continuità con quelle già previste in passato. Le nuove definizioni sono in vigore dal 20 maggio 2019 e sono riportate nella IX edizione della SI brochure datata 6 febbraio 2019. Gli eventuali successivi aggiornamenti possono essere seguiti sul sito del BIPM alla pagina della *SI brochure* [246].

---

[246] *SI brochure*.
https://www.bipm.org/fr/publications/si-brochure/

A2. Il problema del tempo nel "*Timeo*" di Platone [247]

"*Il tempo dunque è nato insieme al cielo, in modo che, generati insieme, insieme anche si dissolvano.*"
(Platone)

"*Non appena il padre che lo aveva generato osservò muoversi e vivere questo mondo che era stato fatto ad immagine degli eterni dei, si rallegrò e pieno di gioia pensò di renderlo ancora più simile al modello. [**37d**] Come dunque esso è un essere vivente eterno, così, per quanto gli era possibile, cercò di rendere tale anche questo tutto. Dunque la natura di quell'essere è eterna, e questo non era possibile applicarlo completamente a questo mondo generato: pensò allora di realizzare un'immagine mobile dell'eternità, e, ordinando il cielo, fa dell'eternità che rimane nell'unità un'immagine eterna che procede secondo il numero, e che noi abbiamo chiamato tempo. [**37e**] E i giorni e le notti, e i mesi e gli anni, che non esistevano prima che il cielo fosse generato, fece allora in modo che essi nascessero nel momento in cui componeva il cielo. Tutte queste sono parti di tempo, e "l'era" e il "sarà" sono specie generate di tempo che noi senza saperlo attribuiamo in modo scorretto all'essenza eterna. Diciamo infatti che essa era, è, e sarà, ma secondo un ragionamento veritiero soltanto "l'è" si adatta all'essenza eterna, [**38a**] mentre "l'era" e il "sarà" conviene dirle a proposito della generazione che procede nel tempo: si tratta infatti di due movimenti, mentre ciò che è sempre allo stesso modo ed immobile non conviene che diventi attraverso il tempo né più vecchio né più giovane, né che sia mai diventato, né che ora diventi, e neppure che diventerà in avvenire. In sintesi non gli si può conferire nessuna di quelle proprietà che la generazione applica a quelle cose che si muovono sul piano del sensibile, ma queste, invece, sono forme del tempo che imita l'eternità e si muove in circolo secondo il numero. Ed inoltre noi usiamo tali espressioni: [**38b**] "ciò che è divenuto è divenuto", "ciò che diviene è diveniente", e ancora "ciò che diventerà diventerà", "ciò che non è non è", e tuttavia di queste espressioni nessuna è esatta. Ma nella presente circostanza non è forse ancora giunto il momento opportuno per esaminare attentamente tali questioni.*
*Il tempo dunque è nato insieme al cielo, in modo che, generati insieme, insieme anche si dissolvano, se mai avvenga una loro dissoluzione, e fu fatto sulla base del modello dell'eterna natura, perché, per quanto è possibile, le somigli: [**38c**] il modello esiste per tutta l'eternità, mentre il cielo sino alla fine per tutto il tempo è esistito, esiste, ed esisterà. In base allora a questo ragionamento e pensiero del dio sulla nascita del tempo, perché il tempo fosse generato, furono generati il sole, la luna, e altri cinque astri che si chiamano pianeti, per distinguere e custodire i numeri del tempo: il dio, avendo formato i corpi per ciascuno di essi, i quali erano sette, li pose nelle sette orbite in cui si muoveva il circolo dell'altro, [**38d**] ovvero la luna nella prima orbita intorno alla terra, il sole nella seconda sopra la terra, la stella del mattino e l'astro che si dice sacro ad Hermes nell'orbita uguale per velocità a quella del sole, ma che ha direzione contraria rispetto ad essa. Sicché il sole, e l'astro sacro ad Hermes, e la stella del mattino si raggiungono e allo stesso modo sono raggiunti l'uno dall'altro. Quanto agli altri pianeti, se si volesse spiegare dove il dio li collocò e per quale ragione, questa appendice [**38e**] risulterebbe più faticosa della stessa materia per cui se ne parla. Dunque queste cose, se avremo tempo, saranno forse oggetto di una degna trattazione più tardi. Dopoché ciascuno degli astri, che sono necessari per la formazione del tempo,*

[247] Platone. *Tutte le opere*. Newton Compton editori srl, Roma, 2013, ISBN 978-88-541-1636-8, pp. 2215-2217.

*giunse nell'orbita che gli era più adatta, e i loro corpi, collegati con legami animati, divennero esseri viventi, e appresero il loro compito, allora secondo il movimento dell'altro che è obliquo [**39a**] e passa attraverso il movimento del medesimo e ne è dominato, gli uni percorsero un'orbita maggiore, gli altri un'orbita minore, e quelli che percorrevano un'orbita minore erano più rapidi, quelli che percorrevano un'orbita maggiore erano più lenti. Grazie al movimento del medesimo gli astri che giravano più rapidamente sembravano essere raggiunti da quelli che giravano più lentamente, anche se li raggiungevano: infatti questo movimento volgeva tutte le loro orbite a spirale, e muovendosi gli uni in un senso e gli altri in senso contrario, [**39b**] faceva in modo che quel pianeta che si allontanava più lentamente da questo movimento, che è il più veloce, sembrasse il più vicino. Perché vi fosse un'evidente misura della relativa lentezza e rapidità, e i pianeti percorressero le loro otto orbite, il dio accese nella seconda orbita dopo la terra quella luce che adesso abbiamo chiamato sole, in modo che risplendesse, per quanto era possibile, per tutto il cielo, e tutti gli esseri viventi cui conveniva prendessero parte del numero, apprendendolo dal movimento del medesimo e del simile. In questo modo e per queste ragioni ebbero origine [**39c**] la notte e il giorno, che rappresentano il periodo del movimento circolare unico e più sapiente: il mese nacque invece quando la luna raggiunge il sole dopo aver percorso la sua orbita, e l'anno quando il sole ha percorso la sua orbita. Quanto ai periodi degli altri pianeti, poiché gli uomini non li conoscono, salvo alcuni pochi, non sono stati neppure nominati e non si misurano in numeri, mediante l'osservazione, i loro rapporti reciproci, sicché, così per dire, gli uomini [**39d**] non sanno che il tempo è misurato anche dai loro giri, infinitamente molteplici e straordinariamente vari: non di meno è tuttavia possibile capire che il numero perfetto del tempo realizza l'anno perfetto allorquando le velocità di tutti e gli otto periodi, compiendosi reciprocamente, ritornano al punto di partenza, misurate secondo l'orbita del medesimo che si muove in modo uniforme. In questo modo e per questa ragione furono generati tutti gli astri che percorrono il cielo e fanno ritorno, perché questo mondo [**39e**] fosse il più simile possibile a quell'essere vivente perfetto e intellegibile, in virtù dell'imitazione della sua eterna natura.*
E tutto il resto sino alla generazione del tempo era ormai stato realizzato a somiglianza del modello...".

A3. Il problema del tempo nella "*Fisica*" di Aristotele [248]

"Il tempo considerato simultaneamente e in ogni luogo è dovunque il medesimo."
(Aristotele)

"***IV.1O***
A. I problemi legati all'esistenza del tempo
Date per acquisite le posizioni sostenute si deve passare alla trattazione del tempo.
In primo luogo sarebbe buona cosa esporre le aporie che lo riguardano, anche servendosi di argomenti non tecnici, <per vedere> (A) se si trovi nel novero delle cose esistenti o di quelle inesistenti, e poi anche <per comprendere> (B) di che natura sia.
Ebbene, che non abbia proprio esistenza o che abbia un'esistenza precaria o debole lo si arguisce da ciò.
*(A1) Una certa parte <del tempo> è stata ma non c'è più, un'altra sarà in futuro ma non è ancora. [**218a**]. Queste sono le componenti del tempo sia di quello infinito, sia di quello che di volta in volta si può prendere in considerazione. Ma ciò che è costituito da parti inesistenti non risulta che possa essere una realtà sostanziale.*
(A2) Oltre a ciò, le parti di una cosa divisibile, posto che esista, è necessario che, nel momento in cui essa c'è, esistano o tutte o in un certo numero. Invece, le parti del tempo o sono già state o si accingono ad essere, e nessuna c'è effettivamente, anche se il tempo è divisibile.
(A3) E poi l'istante non è una parte <del tempo>, perché la parte è l'unità di misura, e l'intero deve essere costituito di parti, mentre non risulta che il tempo sia composto di istanti.
Inoltre, non è neppur facile comprendere se l'istante - quello che sembra fare da confine fra il passato e il futuro - (a) permanga sempre unico e uguale a se stesso, (b) oppure se sia ora in un modo, ora in un altro. Se, infatti, il tempo fosse via via sempre diverso e nessuna parte di quelle che gli sono inerenti coesistesse con l'altra, per il fatto di essere differente rispetto alle altre (a meno che una parte comprenda e una sia compresa come nel caso del tempo più breve e di quello più lungo), e, inoltre, se l'istante - <quello stesso> che adesso non c'è ma prima c'era - è necessario che ad un certo punto si sia dissolto, allora anche gli istanti non potranno esistere insieme, perché sempre il precedente sarà inesorabilmente svanito. E non può essere distrutto nel suo stesso momento, perché in esso esisteva, ma neppure può esserlo in un istante diverso, per il fatto di essere l'istante di quel dato momento. Insomma, non è possibile che gli istanti abbiano fra loro contiguità, come l'avrebbe punto con punto. Pertanto, se l'istante non si dissolvesse proprio in quello che segue, ma in un altro, <vorrebbe dire> che in tutti i momenti intermedi, che sono in numero illimitato, potrebbe esistere; ma ciò è impossibile. E neanche può darsi il caso che l'istante rimanga sempre lo stesso, perché di nessuna cosa limitata e divisibile si dà un solo limite, né se essa sia continua nel senso di una sola dimensione né se sia nel senso di più dimensioni; però l'istante è un limite ed è <pur sempre> possibile prendere un tempo come fosse limitato.
(A4) Inoltre, se <fosse possibile> la coesistenza secondo il tempo - e quindi il non esistere né prima né dopo, ma nello stesso unico istante, di modo che il prima e il dopo siano proprio in questo istante - allora gli eventi di 10.000 anni fa sarebbero contemporanei a quelli attuali, e non ci sarebbe qualcosa che sia precedente o successivo a qualcos'altro.
Ecco dunque il complesso delle aporie che sorgono riguardo ai caratteri del tempo.

---

[248] Aristotele. *Fisica*. A cura di Roberto Radice. Bompiani/RCS Libri SpA, Milano, 2011, ISBN 978-88-452-6921-9, pp. 379-417.

B) Che cosa sia il tempo e quale sia la sua natura

*B) Che cosa sia il tempo e quale sia la sua natura è ugualmente oscuro anche a partire dalla tradizione, nella quale ci imbattiamo nelle stesse aporie sollevate in precedenza. Alcuni sostengono (1) che <il tempo> è il movimento del tutto, altri, invece, che sia la medesima sfera celeste. [**218b**] In verità, un certo tempo è una parte del moto orbitale del cielo, ma non è esso stesso circolare, perché quel lasso che si considera, è senz'altro parte di un cerchio, ma non è ciclico. Del resto, se i cieli fossero molteplici, il movimento di uno qualsiasi di essi potrebbe essere con ugual titolo il tempo, col risultato di avere molti tempi insieme. Ma ai fautori dell'esistenza del tempo è sembrato che esso fosse la sfera del tutto, perché ogni cosa si colloca nel tempo e così pure nella sfera del tutto. Comunque, questa dottrina è talmente grossolana che non vale neppure la pena valutarne tutte le possibili incongruenze. Siccome il tempo sembra essere in special modo movimento e un certo cambiamento, proprio questo tema andrebbe esplorato. Ora, il cambiamento e il movimento di ciascuna realtà si trovano solamente nella medesima cosa in cambiamento, oppure, tutt'al più, nel luogo in cui la cosa mossa e cangiante si trova ad essere; (a1) invece, il tempo è in ugual misura presente dovunque e in tutte le realtà. Inoltre, (b) il mutamento è più veloce o più lento, (b1) mentre non è così per il tempo. (c) Infatti, il lento e il veloce sono fissati dal tempo, e il veloce consiste nel muoversi per un largo tratto in breve tempo, e il lento nel muoversi per un breve tratto in un tempo lungo. (c1) Il tempo, invece, non è fissato dal tempo né per la quantità né per la qualità. Per questo è evidente che esso non si identifica col movimento. Per noi allo stato attuale <della ricerca>, non fa alcuna differenza parlare di movimento o di mutamento.*

IV.11

Non c'è tempo senza movimento, ma si tratta del tempo interiore

*(A) Però, a ben vedere, <il tempo> non si dà neppure in assenza del mutamento. Infatti, quando non mutiamo in nulla il nostro pensiero, oppure lo mutiamo ma senza farci caso, a noi non pare che sia passato del tempo, come, al risveglio, non pare che sia passato tempo neppure a quelli che, stando al mito, dormono a fianco degli eroi in Sardegna. Costoro, infatti, collegano l'istante del prima a quello del dopo <il sonno> e ne fanno un'unità, togliendo il lasso intermedio, in quanto privo di sensazione. Così, se un istante non fosse diverso da un altro, e anzi fosse identico e uno, il tempo non ci sarebbe affatto; allo stesso modo neppure sembrerebbe esserci tempo in un lasso intermedio, perché sfuggirebbe la sua diversità. Pertanto, se ci capitano situazioni in cui non avvertiamo l'esistenza del tempo - <e precisamente> quando non riusciamo a distinguere un qualche mutamento, ma l'anima sembra sospesa in un unico e indivisibile istante -, allora dobbiamo riconoscere che il tempo esiste quando abbiamo percezioni e cogliamo differenze. E' quindi manifesto che non c'è tempo senza movimento e senza mutamento [**219a**] e che, di conseguenza, il tempo non è movimento, ma neppure senza movimento.*

Prima definizione del tempo: il tempo attributo del movimento

(B) Tuttavia, dato che siamo in cerca di una definizione del tempo, bisogna comprendere, partendo da questo punto, a quale carattere del movimento corrisponda.

(B.1) Intanto noi percepiamo contemporaneamente sia il tempo sia il movimento. Infatti, se pure ci trovassimo al buio e in assenza di affezioni corporee, ma nell'anima fosse presente un qualche moto subito a noi risulterebbe, insieme <a quel moto dell'anima>, che un certo tempo è trascorso. Ma, per converso, anche quando a noi pare che sia passato un certo tempo, sembra che, contemporaneamente ad esso, si sia verificato un certo movimento. Siccome, il tempo, non è movimento, sarà necessariamente un qualche attributo di esso.

Seconda definizione del tempo: il tempo-grandezza e movimento sono continui

(B.2) Poiché ogni cosa mossa passa da un punto all'altro e ogni grandezza è continua (suneches), il

movimento si adatta alla grandezza: e infatti, proprio perché la grandezza è continua anche il movimento è continuo, e se lo è il movimento, lo è anche il tempo. Infatti, il trascorrere del tempo risulta essere <lungo> tanto quanto il movimento.

B.3 Il tempo è in relazione alla grandezza e al movimento

(B.3) Allora, il prima e il dopo sono innanzitutto in <relazione ad> un luogo, ma qui si trovano nel senso della posizione (thesis). E per il fatto che il prima e il dopo si collocano nell'ordine della grandezza è necessario che ambedue siano, analogamente, anche nel movimento. Però, anche nel tempo c'è un prima e un dopo, per il fatto che uno segue sempre l'altro; e inoltre, il prima e il dopo nel movimento corrispondono a quello che il movimento può essere in un qualsiasi tempo (ho pote on): tuttavia, l'essere di questo è altra cosa e non è movimento.

B.4 L'ordine del tempo: il prima e il dopo

*(B.4) Noi abbiamo cognizione del tempo quando misuriamo il movimento, fissandolo con il prima e il dopo, e possiamo dire che un tempo è trascorso quando percepiamo il prima e il dopo nel movimento. Arriviamo ad una percezione esatta quando cogliamo <questi estremi> come l'uno diverso dall'altro, e diversi anche da ciò che sta in mezzo. Infatti, allorché pensiamo gli estremi come differenti rispetto dalla parte intermedia, e l'anima parla di due istanti, quello prima e quello dopo, allora veniamo a dire che questo è tempo. In verità, quello che è identificato per mezzo dell'istante, questo risulta essere il tempo. E almeno ciò sia acquisito in via definitiva. Allorché noi avvertiamo l'istante come uno, invece che un prima e un dopo nel movimento, oppure come un prima e dopo che sono identici, allora non sembra esserci stato alcun tempo, perché il movimento è assente. <Insomma>, possiamo affermare che ci sia un tempo quando c'è un prima e un poi, [**219b**] proprio perché il tempo è il numero del movimento secondo il prima e il poi.*

B.4.1 Il tempo come numero del movimento per via di esperienza

(B.4.1) Il tempo, pertanto, non si identifica con il movimento ma esiste in quanto il movimento ha un numero. Ne forniamo la prova. Noi misuriamo il più e il meno sulla base del numero e invece valutiamo un movimento più o meno lungo secondo il tempo: per questo il tempo è una specie di numero. Però il numero ha due significati (perché infatti si dice numero sia il numerato - numerabile, sia anche l'unità con la quale si misura), mentre il tempo è il numerato e non ciò con cui misuriamo: c'è una bella differenza fra l'oggetto numerato e ciò con cui misuriamo!

B.5 Identità e differenza dell'istante

(B.5) E come il movimento è sempre differente, così lo è anche il tempo (però il tempo nella sua simultaneità e completezza è lo stesso, infatti un istante è il medesimo di quello che può diventare, è il suo essere per sé che lo fa diverso: l'istante determina il tempo in quanto è prima e dopo).

Dunque, esso per un verso è il medesimo, e per un altro verso non lo è affatto: in quanto è <in una serie> che cambia di continuo è diverso (e in ciò appunto consisteva il suo essere istante), ma in quanto è ciò che può essere in un qualsiasi momento (ho de pote on), è lo stesso. Prima si diceva che il movimento tiene dietro alla grandezza, ora precisiamo che il tempo va di pari passo col movimento. Analogamente, il mobile, grazie al quale noi comprendiamo il movimento e il suo articolarsi in prima e dopo, corrisponde al punto. E questo- sia esso un punto, o un sasso o qualcosa di simile -, in quanto è ciò che può essere in un qualsiasi tempo (ho pote on), è lo stesso, ma per definizione è diverso, come i Sofisti concepiscono che altra cosa è Corisco nel Liceo e Corisco nella piazza. Di conseguenza, anche il mobile è diverso per il fatto di essere qui o là. Ma l'istante tien dietro a ciò che è mosso, come il tempo si accorda al movimento (in effetti, è grazie all'oggetto mosso che noi abbiamo la nozione del prima e del dopo nel movimento: l'istante è precisamente il prima e il poi in quanto sono numerabili). Di conseguenza, anche in questo prima e poi l'istante come ciò che è in un un qualsiasi momento (ho pote on) è lo stesso (infatti quello che è prima e quello che è dopo costituiscono ciò che è nel movimento), ma quanto all'essere è qualcosa di

diverso (invero, questo è l'istante: il prima e il poi numerabili). Ciò è della massima evidenza: che il movimento si riconosce dall'oggetto mosso e il moto locale dall'oggetto spostato. Ora il mobile è un qualcosa di individuale (tode ti), mentre il movimento non lo è. Così l'istante è in un certo senso sempre il medesimo, ma in un altro senso non lo è, come l'oggetto che è trasportato.

B. 6 Numerato e numerante

*(B. 6) È altresì evidente che non ci sarebbe tempo se non ci fosse l'istante [**220a**] e, viceversa, che non ci sarebbe l'istante se non ci fosse il tempo: questi stanno insieme come il movimento locale con l'oggetto trasportato, come il numero del corpo trasportato con quello del movimento. Ma il numero del movimento locale altro non è che il tempo, mentre l'istante è il numero dell'oggetto mosso, come fosse un'unità numerica.*

B. 7 La continuità del tempo e della grandezza

(B. 7) Grazie all'istante - e precisamente per il fatto di distinguersi secondo gli istanti - il tempo è un continuo e questa caratteristica lo accomuna sia al moto locale sia all'oggetto mosso; infatti tanto il movimento quanto il moto locale sono una cosa sola per effetto del mobile, che è uno: non nel senso di ciò che può essere in una qualsiasi parte del tempo - perché potrebbero esserci delle interruzioni <nel movimento>-, ma quanto alla definizione (logo). Questo porta alla definizione del movimento come prima e dopo. <Tali determinazioni> sono in comune con il punto: esso infatti oltre a dare. continuità anche definisce la lunghezza, di cui segna sia l'inizio sia la fine. Ma quando lo si considera in questo senso - cioè usando il punto che è uno come se fossero due -, bisogna necessariamente fermarsi, una volta ammesso che lo stesso punto sia contemporaneamente inizio e fine: però l'istante a motivo del trascorrere dell'oggetto mosso è sempre diverso. Per tale ragione il tempo è numero, ma non <nel senso di ripetizione> dello stesso punto in quanto inizio e fine, ma piuttosto come sono gli estremi della linea, anche se, per i motivi esposti, <l'istante non equivale> alle parti di una retta (perché in tal caso dovremmo servirci del punto intermedio come se fossero due, col risultato di introdurre <nel movimento> uno stato di quiete), perché, evidentemente, non è una qualche parte del tempo. Ma neppure la divisione è parte del movimento, né il punto della linea, dato che parti della linea sono due linee. I limiti sono solo di quello di cui sono limite, mentre il numero di questi cavalli, il dieci, si trova anche in altri casi.

Definizione sintetica

(C) <In conclusione> è evidente che il tempo è il numero del movimento secondo il prima e il poi, e, per il fatto d'essere numero di una realtà continua, è pur esso continuo.

IV.12

Il sistema delle analogie: il numero e il tempo

In astratto il minor numero possibile è il due: ma un numero <più piccolo> in un certo senso esiste, in un altro no. Ad esempio, il minimo della linea, se si fa riferimento al numero, è il due e l'uno, mentre nella lunghezza non c'è un minimo, perché ogni linea e divisibile all'infinito. Per altro, non va diversamente per il tempo, infatti il più piccolo per numero è l'uno o il due, e invece per la lunghezza non esiste un minimo.

*E chiaro [**220b**] che non si può dire del tempo che è veloce o lento, ma che e molto o poco, o lungo o breve. Infatti, in quanto è una realtà continua sarà lungo o breve, mentre in quanto numero sarà molto o poco. E non è veloce e lento perché non c'è numero con cui potremmo numerarlo che sia veloce o lento. Inoltre, il tempo considerato simultaneamente e in ogni luogo è dovunque il medesimo, ma in quanto prima e dopo non è lo stesso, perché anche il mutamento nel presente è uno, ma nel passato e futuro è diverso. Il tempo è numero non nel senso di numero numerante, ma come numerato, e siccome è un accadimento di prima e di poi, è ogni volta diverso: infatti gli istanti sono diversi. Il numero di cento cavalli e di cento uomini è unico e identico, seppure gli*

oggetti di cui è numero sono diversi (cioè i cavalli sono diversi dagli uomini). Inoltre, come è possibile che il movimento sia uno e identico più e più volte di seguito, così vale anche per il tempo: ad esempio l'anno la primavera e l'autunno.

Corrispondenze biunivoche

Non solo possiamo misurare il movimento con il tempo, ma anche il tempo con il movimento, per il fatto che si determinano a vicenda: il tempo definisce il movimento in quanto ne è il numero, mentre il movimento definisce il tempo. E possiamo dire che il tempo è tanto o poco perché lo misuriamo sulla base del movimento come anche misuriamo il numero sulla base della realtà numerata: ad esempio con un solo cavallo misuriamo il numero dei cavalli. D'altra parte, a noi è nota la quantità dei cavalli grazie al numero, e, reciprocamente, il numero medesimo dei cavalli grazie a un unico cavallo. E lo stesso vale per il tempo e per il movimento: con il tempo misuriamo il movimento e con il movimento il tempo; e ciò a ragion veduta, perché il movimento si accorda con la grandezza (megethei), e il tempo con il movimento, per il motivo che sono quantità continue e divisibili: difatti, il tempo ha i caratteri che ha proprio perché la grandezza è in questo modo, e il tempo <e quello che e> per effetto del movimento. Inoltre, noi misuriamo la grandezza servendoci del movimento, e il movimento servendoci della grandezza: per questo si dice che la via è lunga, se il viaggio è lungo, e che il viaggio è lungo se la via è lunga; anche il tempo è lungo se così è il movimento, e il movimento è lungo se lungo è il tempo.

Essere nel tempo

*Siccome il tempo è misura del movimento [**221a**] e dell'essere <una cosa> in moto, il tempo misura il movimento determinando un certo lasso di tempo, il quale a sua volta misurerà l'intero (del resto, anche il cubito misura la lunghezza, con il fissare una certa grandezza destinata a misurare l'intero): in tal senso, l'essere nel tempo significa per il movimento stesso e per il suo esistere, sottostare alla misura del tempo (infatti il tempo dà la misura sia del movimento sia dell'esistenza del movimento, e cioè per il movimento lo stare nel tempo significa sottomettere il proprio essere alla misura del tempo. A questo punto è evidente che anche per le altre realtà essere nel tempo significa che il loro essere si sottopone alla misura del tempo.*

Infatti, essere nel tempo corrisponde ad una di queste due condizioni: (A) una, essere quando è il tempo; (B) l'altra, essere alla maniera in cui si dice che alcune cose sono nel numero. (B.1) Ma ciò vuol dire che una realtà esiste come parte o attributo di un numero, insomma che è qualcosa del numero, (B.2) oppure che il numero è qualcosa si essa. E siccome il tempo è numero, l'istante, il prima e le altre determinazioni dello stesso tipo si trovano nel tempo, come nel numero si trova l'uno, il pari e i dispari (le une infatti sono una certa componente (ti) del numero, le altre lo (ti) sono del tempo). E poi anche le cose come sono nel numero <cosi> sono nel tempo, e a tali condizioni sono comprese dal tempo come sono quelle che sono nel numero lo sono dal numero e quelle che sono nel luogo dal luogo.

(A.1). E manifesto che essere nel tempo non equivale ad essere quando il tempo è, come essere in movimento ed essere in un luogo non significa essere quando il movimento e il luogo ci sono, perché, se l'"essere in qualcosa" si intendesse in questo senso, allora ogni realtà sarebbe in qualsiasi altra realtà e così il cielo potrebbe finire in un grano di miglio, per il fatto che quando c'è l'uno, c'è anche l'altro. Ma ciò sarebbe comunque un accidente, quest'altro invece sarebbe una conseguenza necessaria: per l'essere che è nel tempo c'è un certo tempo, durante il quale anche quell'essere c'è e così pure per ciò che è in movimento si dà un certo movimento fintanto che quello c'è. Siccome essere nel tempo vale quanto essere nel numero, chiunque potrebbe supporre un tempo maggiore di tutto quello che è nel tempo e per tale motivo è necessario che ogni realtà situata nel tempo sia in esso compresa, come avviene per tutte quante le altre cose che sono in qualcos'altro, e, ad esempio, per quelle che sono nel luogo le quali, appunto, sono contenute dal

luogo.

Che cosa può essere nel tempo e misurato dal tempo

*E poi c'è qualcosa che è influenzato dal tempo, come anche si suole dire che il tempo porta distruzione, o che per il tempo tutto invecchia o finisce nell'oblio; [**221b**] invece, non si dice che è grazie al tempo che abbiamo imparato o siamo ringiovaniti o divenuti belli. Il tempo, da parte sua, è per lo più causa d1 corruzione: infatti il numero del movimento e il movimento allontanano dalla sua condizione originaria l'esistente. Per questo è chiaro che le realtà sempiterne, proprio perché sono sempre, non sono nel tempo, cioè non sono in esso comprese e neppure il loro essere è misurato dal tempo: prova ne è che nessuna patisce gli effetti de1 tempo, come se non fosse in esso.*

Se il tempo è misura del movimento lo sarà anche della quiete, ma in senso accidentale, e pertanto ogni quiete è nel tempo, perché nel tempo, a differenza che nel movimento non è necessario che ogni cosa si muova; e infatti il tempo non si identifica con il movimento, ma con il numero del movimento e nel numero del movimento c'è posto anche per la quiete. D'altra parte, non tutto ciò che è immobile è in quiete, ma solo ciò che è mobile di natura e che però <nel frattempo> si trova privo di movimento, come si è detto prima. Essere nel numero vuol dire che c'è un numero della cosa il cui essere viene misurato [15) dal numero nel quale è, e così se si trova nel tempo sarà misurata dal tempo. Questo però sarà misura di ciò che è in moto e di ciò che è in quiete - l'uno in quanto è mosso e l'altro in quanto sta fermo -, ossia saprà quantificare sia il loro moto sia la loro quiete. Pertanto, l'oggetto mosso non sarà misurato dal tempo per quello che è, ossia per la sua quantità, ma perché il suo movimento è una quantità. Per tal motivo tutto quanto non è né in quiete né in movimento non è nel tempo, dato che essere nel tempo significa venir misurato dal tempo, laddove il tempo è misura sia del moto sia della quiete.

*Senza dubbio, neppure ogni non-essere sarà nel tempo, come quelle realtà che non possono essere in altro modo: ad esempio il fatto che la diagonale sia commensurabile rispetto al lato. Infatti, in senso generale, se il tempo è misura del movimento per sé e delle altre realtà per accidente, allora è evidente che delle cose del cui essere c'è misura, per tutte queste ci sarà l'essere in quiete o in moto. Pertanto, tutte le realtà che sono corruttibili e generate, e in senso lato tutte le realtà che in un certo momento sono e in un altro non si trovano necessariamente nel tempo, dato che c'è almeno un' tempo che è più durevole di esse, supera il loro essere e ciò che misura la loro sostanza. E delle cose che non sono, quante ne contiene il tempo, alcune erano - ad esempio, Omero e i suoi tempi -, [**222a**] altre attendono di essere come qualche evento futuro, ma il tempo le contiene ambedue senza eccezione, e se le comprende entrambi le conterrà nelle due forme <del passato e futuro>. Invece, quelle cose che assolutamente il tempo non contiene, non erano, non sono e non saranno. Fra le cose che non sono se ne trovano alcune il cui contrario è sempre, come l'incommensurabilità della diagonale, la quale per il fatto di essere sempre non sarà mai nel tempo. Ma allora nemmeno la <sua> commensurabilità sarà nel tempo, perché sarà sempre inesistente ciò il cui contrario è sempre esistente. Tutte le realtà il cui contrario non è sempre, possono essere o non essere, e di esse c'è generazione e corruzione.*

IV.13

Rapporti fra il punto e l'istante

Come si diceva, l'istante è la continuità del tempo, perché collega il passato al futuro; inoltre è anche il limite del tempo, in quanto segna l'inizio <del futuro> e la fine <del passato>. Ma certamente l'istante non è come il punto che resta fisso, bensì il suo dividere è in potenza, e per tale motivo esso è ogni volta diverso. D'altra parte, in quanto tiene insieme il tempo è sempre lo stesso, come avviene per le linee geometriche (nell'intellezione il punto non è sempre lo stesso, perché

nella divisione è una volta una cosa una volta un'altra; invece preso come unità è in ogni caso lo stesso). Così anche l'istante, da un lato è divisione potenziale del tempo, dall'altro è limite <fra passato e futuro> e unità; esso è però uguale a se stesso, e quindi sia la divisione sia l'unificazione avvengono secondo questa sua identità, anche se il suo essere non è identico. Dunque, una certa accezione dei vari "ora" [nun] si esprime in questi termini.

La terminologia del tempo

Invece, si esprime in altri modi, quando il tempo di questo evento è prossimo: <si dice> "verrà ora", perché verrà proprio in questo giorno; "viene or ora", perché è venuto oggi. Però la guerra di Troia non è avvenuta "ora", e neanche il diluvio. Certo, la linea del tempo che porta a questi episodi è continua, ma per il fatto che tali eventi non sono prossimi <non si usa "ora">. Il termine "allora" (pote), indica un tempo fissato rispetto ad un "ora" che ha la priorità (to proteron nun), come nella proposizione "allora Troia fu presa" e "allora vi sarà il diluvio". Bisogna far capo a <quell'> "ora" e, di conseguenza, deve esserci un lasso di tempo ben quantificabile da questo tempo a quell'altro, e altrettanto è necessario che ce ne sia verso il passato. Ma se non ci fosse alcun tempo che non sia stato "allora", Potrebbe essere che tutto il tempo sia limitato. E dunque finirà? Oppure non finirà per il fatto che il movimento è eterno? E poi, è diverso o tutte le volte è lo stesso? Non c'è dubbio che qual'è il movimento tale è il tempo: se ad un certo punto il movimento è uno e medesimo anche il tempo sarà uno e medesimo, altrimenti non sarà così.

*Siccome l'istante è fine [**222b**] ed inizio del tempo - non però dello stesso tempo, bensì è la fine del passato e l'inizio del futuro -, si comporta come il cerchio che nello stesso luogo è convesso e concavo: in tal senso il tempo si colloca sempre in un inizio-fine, e questo, sembra essere il motivo della sua perpetua diversità. L'istante infatti non è principio e fine dello stesso tempo (altrimenti i contrari dovrebbero esistere insieme e in un rapporto di identità), ed è per questo che il tempo non avrà mai fine, perché è sempre all'inizio.*

"Appena ora" [ede] indica la prossimità all'istante presente in quanto parte indivisibile del tempo che verrà (quando passeggi? Appena ora, perché è vicino il momento in cui l'evento avverrà) e altresì del passato quando non sia lontano dall'istante presente (quando passeggi? Ho passeggiato appena ora). Però non diciamo che Troia sembra essere stata espugnata appena ora, perché l'episodio è troppo lontano dall'istante presente.

"Appena" [artz] indica un momento del passato vicino all'istante presente. Quando sei arrivato? Sono appena arrivato! Se il tempo è vicino all'istante presente; se invece è lontano si dice "da molto" (palai) .

"D'improvviso" [exaifnes] indica ciò che balza fuori in un tempo impercettibile per la sua brevità. Ogni mutamento è per natura atto a far uscire le cose <dalla condizione originaria>, mentre nel tempo tutto si genera e tutto si corrompe. Per tal motivo alcuni pensatori chiamavano il tempo "il più saggio", mentre il pitagorico Parone, con maggior precisione, lo chiamava "il più ignorante", perché nel tempo si perde il ricordo.

Chiaramente, il tempo di per sé sarà causa (aitios) di corruzione piuttosto che di generazione (come si è appena detto: il mutamento di per sé fa emergere le cose), e di quest'ultima e dell'essere lo sarà solo per accidente. Basta a provarlo il fatto che non c'è generazione senza movimento o un qualche tipo di attività, mentre la corruzione si ha anche in assenza di movimento. Una tale corruzione noi siamo soliti imputarla soprattutto al tempo, però, il tempo non ne è responsabile: in verità, si dà il caso che un siffatto mutamento avvenga nel tempo.

<In conclusione>, abbiamo spiegato che il tempo esiste, che cosa esso sia e in quante accezioni si dice il termine "ora"; e poi si è detto che cosa significa "allora", "appena ora", "appena", "da molto", d'improvviso".

IV.14

Lento e veloce

*Secondo quanto abbiamo stabilito è chiaro che ogni mutamento e ogni realtà mossa si trovano nel tempo. L'essere più veloce e l'essere più lento riguardano ogni forma di mutamento (infatti è così per tutti i casi). Per "muoversi più velocemente" intendo, quando una cosa muta prima di un'altra verso un punto prestabilito, [**223a**] lungo la medesima distanza e con moto uniforme. Prendo, ad esempio, il caso del moto locale, se due oggetti si spostano secondo una linea circolare o in linea retta; ma lo stesso può dirsi anche per tutti gli altri <tipi movimento>. Ciò che è prima è nel tempo; e infatti noi parliamo di prima e dopo a seconda della lontananza dall'istante attuale, il quale segna il confine fra il passato e il futuro. In tal senso, poiché l'istante è nel tempo, anche il prima e il poi lo saranno: là dove si trova l'istante si trova anche l'allontanarsi dall'istante (il prima però <può essere usato> in due sensi opposti, o in riferimento al passato o in riferimento al futuro: nel caso del passato noi indichiamo con "prima" ciò che è più lontano rispetto all'istante presente, con "dopo" ciò che è più vicino; al contrario nel futuro indichiamo con prima il più vicino e con dopo il più lontano). Di conseguenza, poiché il prima è nel tempo, ed è in riferimento ad ogni movimento, non c'è dubbio che ogni mutamento e movimento è nel tempo.*

Tempo e anima

È meritevole di considerazione anche il modo in cui il tempo si relaziona all'anima, e il motivo per cui risulta essere dovunque, sia nella terra sia nel mare e anche nel cielo. Oppure, <tenuto conto> che il tempo è un'affezione (pathos) o una condizione (hexis) del movimento - in quanto <ne> e il numero-: e in ragione del fatto che quelle cose sono in moto - e tutte in un luogo - il tempo e il movimento sono insieme <non solo> quando <il moto è> in atto, <ma anche> quando è in potenza? A tal punto qualcuno potrebbe sollevare il seguente problema: se non ci fosse l'anima il tempo ci sarebbe, oppure no? Nell'impossibilità che esiste un soggetto numerante è impossibile che esista un soggetto numerato, e quindi ecco dimostrato che il numero non ci sarebbe, perché esso o è realtà numerante o è realtà numerata. Ma se in natura non si dà nulla tranne l'anima l'intelletto dell'anima <capaci di> numerare, in assenza dell'anima necessariamente, non esisterebbe il tempo, se non nella forma dell'ente che è un qualsiasi momento: questo, ad esempio, nell'ipotesi che possa esserci il movimento ma non l'anima. In tal caso il prima e il poi risiedono nel movimento e il tempo consiste in questo prima e poi ma in quanto sono numerabili.

La comparabilità dei tempi

*Ma ecco sorgere un'altra questione: di quale tipo di movimento il tempo è numero? Di uno qualsiasi? Effettivamente nel tempo la realtà si genera e si dissolve, aumenta, subisce alterazione e si sposta nello spazio. È per il fatto che esiste il movimento che, di conseguenza, c'è il numero di ogni tipo di movimento. Così, in senso assoluto il tempo è numero del movimento continuo, e non di un movimento qualsiasi [**223b**]. Ma è possibile che ora sia in movimento anche un altro <corpo>, e quindi dei due movimenti di questi corpi ci dovrebbe essere il numero. Dunque, il tempo è diverso, e però contemporaneamente potrebbero esserci due tempi uguali: oppure questo non è possibile? In verità un tempo che sia uguale e simultaneo è un unico e medesimo tempo. Ma anche quelli non simultanei sono lo stesso tempo per specie. Se ci fossero cani e cavalli, ciascuno nel numero di sette, il <loro> numero è il medesimo. E così anche nei movimenti che si svolgono in contemporanea il tempo è identico, ma la velocità potrebbe essere uguale o no, e un movimento potrebbe essere di traslazione, mentre un altro di alterazione; certo, il tempo dell'alterazione e della traslazione è il medesimo se si traduce <nello stesso numero> e gli eventi sono simultanei. Per tale motivo i movimenti sono diversi e distinti, ma il tempo è nel due casi o stesso, perché anche il numero dovunque uno e identico quando è di realtà uguali e contemporanee.*

Il movimento unità di misura del tempo

Poiché c'è movimento locale e di questo <una parte> è circolare, ciascuna realtà e numerata per mezzo di una certa unità in quel dato genere a cui appartiene - le monadi con la monade i cavalli con il cavallo-, anche il tempo sarà numerato con un certo tempo prestabilito. Ma, come si diceva, il tempo è misurato dal movimento e il movimento dal tempo, e ciò si deve al fatto che col tempo di un movimento prestabilito si dà la misura della quantità sia del tempo sia del movimento. Se dunque l'unità di misura di tutte le cose congeneri viene per prima, il moto circolare uniforme è misura in sommo grado, perché il numero che la esprime è il più facile da conoscere.

Tuttavia, se il moto locale è uniforme, non lo sono né l'alterazione, né l'aumento né la generazione. Per questo sembra che il tempo sia il movimento della sfera, perché grazie ad esso sono misurati gli altri movimenti, e perfino il tempo è misurato dal medesimo movimento. E ciò dà ragione a questo comune modo di dire: gli eventi umani sono ciclici, e <non solo essi>, ma anche la generazione e la corruzione di altri esseri dotati di moto naturale.

*Ciò dipende dal fatto che tutte queste realtà sono regolate dal tempo e subiscono la fine e il principio quasi in maniera ricorrente. Perfino il tempo sembra essere circolare; e tale convinzione si ripropone perché esso è misura di questa forma di movimento locale, la quale, a sua volta, è misura del tempo. In tal senso, l'affermazione che la generazione degli eventi è circolare equivale a sostenere che esiste una specie di cerchio del tempo, il quale, di conseguenza, si misura secondo un movimento rotatorio. Pertanto <l'unità di> misura [**224a**] non sembra essere nulla di diverso dal misurato, se non per il fatto che il tutto è il risultato di reiterate misure. Non è errato affermare che il numero delle pecore e dei cani è identico (sempre che <naturalmente> il numero sia uguale nei due casi), ma non si tratta della stessa decade come i dieci animali non sono gli stessi, ma neppure sono triangoli identici l'isoscele e lo scaleno, benché la figura sia la stessa in quanto sono ambedue triangoli. Infatti, si dice allo stesso modo ciò che non si distingue per quello che nel suo caso fa la differenza, ma per quello che non fa la differenza: così ad esempio, un triangolo si distingue da un altro per la differenza <propria> di un triangolo - e in effetti sono triangoli diversi - e non per la sua figura: <per essa> rientra infatti in una medesima e unica classificazione. Ora, questa figura è un cerchio, quest'altra è un triangolo, ma di quest'ultima l'una è un triangolo equilatero, l'altra scaleno. Dunque la figura è identica (sono pur sempre dei triangoli!), ma non si tratta dello stesso triangolo. Ma se il numero è lo stesso (il loro numero infatti non differisce per una differenza di numero), la decade non è la stessa, perché nei casi di cui trattiamo è differente: una volta si tratta di cani in un caso, un'altra di cavalli.*

In seguito alla nostra ricerca ci siamo espressi sul tempo, per sé e in relazione alle sue proprietà".

A4. Le quattro definizioni di probabilità

La **definizione classica** di probabilità, formulata da Laplace, dice che:

"*La probabilità è il rapporto fra il numero di eventi favorevoli e il numero di eventi possibili, essendo questi ultimi tutti equiprobabili"* ovvero

$$P(A) = \frac{nA}{n}$$

Da notare che la definizione classica di probabilità contiene un vizio logico, in quanto la probabilità viene utilizzata per definire sé stessa.

La **definizione frequentista** di Von Mises dice che:

"*La probabilità di un evento è il rapporto fra il numero di esperimenti in cui esso si è verificato e il numero totale di esperimenti eseguiti nelle stesse condizioni, essendo tale numero opportunamente grande"*

$$P(A) = \lim_{n \to \infty} \frac{nA}{n}$$

La **definizione soggettivista** di De Finetti dice che:

"...la probabilità che qualcuno attribuisce alla verità - o al verificarsi - di un certo evento (fatto singolo univocamente descritto e precisato) altro non è che la misura del grado di fiducia nel suo verificarsi"

La **definizione assiomatica** di Kolmogorov dice che:

"La probabilità è un numero compreso tra 0 (evento impossibile) e 1 (evento certo) che soddisfa i tre assiomi di Kolmogorov"

L'impostazione assiomatica della probabilità venne proposta da Andrey Nikolaevich Kolmogorov nel 1933 in *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* (*Concetti fondamentali del calcolo delle probabilità)*, sviluppando la ricerca che era ormai cristallizzata sul dibattito fra quanti consideravano la probabilità come limiti di frequenze relative (impostazione frequentista) e quanti cercavano un fondamento logico della stessa. La sua impostazione assiomatica si mostrava adeguata a prescindere dall'adesione a una o all'altra scuola di pensiero.

Un esempio dovuto a De Finetti consente di illustrare la differenza tra le prime tre definizioni. Immaginiamo una partita di calcio per la quale gli eventi possibili sono la vittoria della squadra di casa, la vittoria della squadra ospite, il pareggio.

Applicando le tre diverse teorie si hanno tre diversi risultati, in quanto:

→ secondo la **teoria classica** esiste 1 probabilità su 3 che avvenga la vittoria della squadra di casa;
→ secondo la **teoria frequentista** ci si può dotare di un almanacco, controllare tutte le partite precedenti e calcolare la frequenza di un evento;
→ secondo la **teoria soggettiva**, ci si può documentare sullo stato di forma dei calciatori, sul terreno di gioco e così via fino ad emettere un giudizio di probabilità (soggettiva).

_____

A5. Il problema del tempo ne "*Le confessioni*" di Agostino d'Ippona [249]

"*Un fatto è ora limpido e chiaro: né futuro né passato esistono. È inesatto dire che i tempi sono tre: passato, presente e futuro. Forse sarebbe esatto dire che i tempi sono tre: presente del passato, presente del presente, presente del futuro. Queste tre specie di tempi esistono in qualche modo nell'animo e non le vedo altrove: il presente del passato è la memoria, il presente del presente la visione, il presente del futuro l'attesa."*
(Agostino d'Ippona)

"***Il tempo***
Un'obiezione
10. 12. Non sono forse pieni della loro vecchiezza quanti ci dicono : "Cosa faceva Dio prima di fare il cielo e la terra? Se infatti, continuano, stava ozioso senza operare, perché anche dopo non rimase sempre nello stato primitivo, sempre astenendosi dall'operare? Se si sviluppò davvero in Dio un impulso e una volontà nuova di stabilire una creazione che prima non aveva mai stabilito, sarebbe ancora un'eternità vera quella in cui nasce una volontà prima inesistente? La volontà di Dio non è una creatura, bensì anteriore a ogni creatura, perché nulla si creerebbe senza la volontà preesistente di un creatore. Dunque la volontà di Dio è una cosa sola con la sua sostanza. E se nella sostanza di Dio qualcosa sorse che prima non v'era, quella sostanza viene chiamata erroneamente eterna. Che se poi era volontà eterna di Dio che esistesse la creatura, come non sarebbe eterna anche la creatura?".
Tempo ed eternità
11. 13. Quanti parlano così non ti comprendono ancora, o sapienza di Dio, luce delle menti. Non comprendono ancora come nasce ciò che nasce da te e in te. Vorrebbero conoscere l'eterno, ma la loro mente volteggia ancora vanamente nel flusso del passato e del futuro. Chi la tratterrà e la fisserà, affinché, stabile per un poco, colga per un poco lo splendore dell'eternità sempre stabile, la confronti con il tempo mai stabile, e veda come non si possa istituire un confronto, come il tempo dura per il passaggio di molte brevi durate, che non possono svolgersi simultaneamente, mentre nell'eternità nulla passa, ma tutto è presente, a differenza del tempo, mai tutto presente; come il passato sia sempre sospinto dal futuro, e il futuro segua sempre al passato, e passato e futuro nascano e fluiscano sempre da Colui che è l'eterno presente? Chi tratterrà la mente dell'uomo, affinché si stabilisca e veda come l'eternità stabile, non futura né presente, determini futuro e presente? Sarebbe la mia mano capace di tanto, o la mano della mia bocca produrrebbe con parole un effetto così grande?
Risposte:
- Dio non faceva alcunché
12. 14. Ecco come rispondo a chi chiede: "Cosa faceva Dio prima di fare il cielo e la terra". Non rispondo come quel tale, che, dicono, rispose, eludendo con una facezia l'insidiosità della domanda: "Preparava la geenna per chi scruta i misteri profondi". Altro è capire, altro è schernire. Io non risponderò così. Preferirei rispondere: "Non so ciò che non so", anziché in modo d'attirare il ridicolo su chi ha posto una domanda profonda, e la lode a chi diede una risposta falsa. Invece dico che tu, Dio nostro, sei il creatore di ogni cosa creata; e se col nome di cielo e terra s'intende ogni cosa

[249] Agostino d'Ippona. *Le confessioni*. Libro undicesimo (Meditazione sul primo versetto della Genesi: "*in principio Dio creò...*"). Dalla "*Opera omnia di Sant'Agostino*" stampata dalla casa editrice Città Nuova e dalla Nuova Biblioteca Agostiniana.
https://www.augustinus.it/italiano/confessioni/index.htm

creata, arditamente dico: "Dio, prima di fare il cielo e la terra, non faceva alcunché". Infatti, se faceva qualcosa, che altro faceva, se non una creatura? Oh, se io sapessi quanto desidero con mio vantaggio di sapere, allo stesso modo come so che non esisteva nessuna creatura avanti la prima creatura!

- non v'è tempo senza creazione

13. 15. Se qualche spirito leggero, vagolando fra le immagini del passato, si stupisce che tu, Dio che tutto puoi e tutto crei e tutto tieni, autore del cielo e della terra, ti sia astenuto da tanto operare, prima di una tale creazione, per innumerevoli secoli, si desti e osservi che il suo stupore è infondato. Come potevano passare innumerevoli secoli, se non li avessi creati tu, autore e iniziatore di tutti i secoli? Come sarebbe esistito un tempo non iniziato da te? e come sarebbe trascorso, se non fosse mai esistito? Tu dunque sei l'iniziatore di ogni tempo, e se ci fu un tempo prima che tu creassi il cielo e la terra, non si può dire che ti astenevi dall'operare. Anche quel tempo era opera tua, e non poterono trascorrere tempi prima che tu avessi creato un tempo. Se poi prima del cielo e della terra non esisteva tempo, perché chiedere cosa facevi allora? Non esisteva un allora dove non esisteva un tempo.

L'eternità divina superiore ai tempi

13. 16. Ma non è nel tempo che tu precedi i tempi. Altrimenti non li precederesti tutti. E tu precedi tutti i tempi passati dalla vetta della tua eternità sempre presente; superi tutti i futuri, perché ora sono futuri, e dopo giunti saranno passati. Tu invece sei sempre il medesimo, e i tuoi anni non finiscono mai. I tuoi anni non vanno né vengono; invece questi, i nostri, vanno e vengono, affinché tutti possano venire. I tuoi anni sono tutti insieme, perché sono stabili; non se ne vanno, eliminati dai venienti, perché non passano. Invece questi, i nostri, saranno tutti quando tutti non saranno più. I tuoi anni sono un giorno solo, e il tuo giorno non è ogni giorno, ma oggi, perché il tuo oggi non cede al domani, come non è successo all'ieri. Il tuo oggi è l'eternità. Perciò generasti coeterno con te Colui, cui dicesti: "Oggi ti generai". Tu creasti tutti i tempi, e prima di tutti i tempi tu sei, e senza alcun tempo non vi era tempo.

Il concetto di tempo

14. 17. Non ci fu dunque un tempo, durante il quale avresti fatto nulla, poiché il tempo stesso l'hai fatto tu; e non vi è un tempo eterno con te, poiché tu sei stabile, mentre un tempo che fosse stabile non sarebbe tempo. Cos'è il tempo? Chi saprebbe spiegarlo in forma piana e breve? Chi saprebbe formarsene anche solo il concetto nella mente, per poi esprimerlo a parole? Eppure, quale parola più familiare e nota del tempo ritorna nelle nostre conversazioni? Quando siamo noi a parlarne, certo intendiamo, e intendiamo anche quando ne udiamo parlare altri. Cos'è dunque il tempo? Se nessuno m'interroga, lo so; se volessi spiegarlo a chi m'interroga, non lo so. Questo però posso dire con fiducia di sapere: senza nulla che passi, non esisterebbe un tempo passato; senza nulla che venga, non esisterebbe un tempo futuro; senza nulla che esista, non esisterebbe un tempo presente. Due, dunque, di questi tempi, il passato e il futuro, come esistono, dal momento che il primo non è più, il secondo non è ancora? E quanto al presente, se fosse sempre presente, senza tradursi in passato, non sarebbe più tempo, ma eternità. Se dunque il presente, per essere tempo, deve tradursi in passato, come possiamo dire anche di esso che esiste, se la ragione per cui esiste è che non esisterà? Quindi non possiamo parlare con verità di esistenza del tempo, se non in quanto tende a non esistere.

La durata del passato e del futuro

15. 18. Eppure parliamo di tempi lunghi e tempi brevi riferendosi soltanto al passato o al futuro. Un tempo passato si chiama lungo se è, ad esempio, di cento anni prima; e così uno futuro è lungo se è di cento anni dopo; breve poi è il passato quando è, supponi, di dieci giorni prima, e breve il futuro di dieci giorni dopo. Ma come può essere lungo o breve ciò che non è? Il passato non è più, il futuro

non è ancora. Dunque non dovremmo dire di un tempo che è lungo, ma dovremmo dire del passato che fu lungo, del futuro che sarà lungo. Signore mio, luce mia, la tua verità non deriderà l'uomo anche qui? Perché, questo tempo passato, che fu lungo, lo fu quando era già passato, o quando era ancora presente? Poteva essere lungo solo nel momento in cui era una cosa che potesse essere lunga. Una volta passato, non era più, e dunque non poteva nemmeno essere lungo, perché non era affatto. Quindi non dovremmo dire del tempo passato che fu lungo: poiché non troveremo nulla, che sia stato lungo, dal momento che non è, in quanto è passato. Diciamo invece che fu lungo quel tempo presente, perché mentre era presente, era lungo. Allora non era già passato, così da non essere; era una cosa, che poteva essere lunga. Appena passato, invece, cessò all'istante di essere lungo, poiché cessò di essere.

La durata del presente

15. 19. Consideriamo dunque, anima umana, essendoti dato di percepire e misurare le more del tempo, se il tempo presente può essere lungo. Che mi risponderai? Cento anni presenti sono un tempo lungo? Considera prima se possano essere presenti cento anni. Se è in corso il primo di questi cento anni, esso è presente, ma gli altri novantanove sono futuri, quindi non sono ancora. Se invece è in corso il secondo anno, il primo è ormai passato, il secondo presente, tutti gli altri futuri. Così per qualsiasi anno intermedio nel numero dei cento, che si supponga presente: gli anteriori saranno passati, i posteriori futuri. Perciò cento anni non potranno essere tutti presenti. Considera ora se almeno quell'unico che è in corso sia presente. Se è in corso il primo dei suoi mesi, tutti gli altri sono futuri; se il secondo, il primo è ormai passato, gli altri non sono ancora. Dunque neppure l'anno in corso è presente tutto, e se non è presente tutto, un anno non è presente, perché un anno si compone di dodici mesi, e ciascuno di essi, qualunque sia, è presente quando è in corso, mentre tutti gli altri sono passati o futuri. Ma poi, neppure il mese in corso è presente: è presente un giorno solo, e se il primo, tutti gli altri sono futuri; se l'ultimo, tutti gli altri sono passati; se uno qualunque degli intermedi, sta fra giorni passati e futuri.

15. 20. Ecco cos'è il tempo presente, l'unico che trovavamo possibile chiamare lungo: ridotto stentatamente alla durata di un giorno solo. Ma scrutiamo per bene anche questo giorno, perché neppure un giorno solo è presente tutto. Le ore della notte e del giorno assommano complessivamente a ventiquattro. Per la prima di esse tutte le altre sono future, per l'ultima passate, per qualunque delle intermedie passate le precedenti, future le seguenti. Ma quest'unica ora si svolge essa stessa attraverso fugaci particelle: quanto ne volò via, è passato; quanto le resta, futuro. Solo se si concepisce un periodo di tempo che non sia più possibile suddividere in parti anche minutissime di momenti, lo si può dire presente. Ma esso trapassa così furtivamente dal futuro al passato, che non ha una pur minima durata. Qualunque durata avesse, diventerebbe divisibile in passato e futuro; ma il presente non ha nessuna estensione. Dove trovare allora un tempo che possiamo definire lungo? Il futuro? Non diciamo certamente che è lungo, poiché non è ancora, per poter essere lungo; bensì diciamo che sarà lungo. Quando lo sarà? Se anche allora sarà ancora futuro, non sarà lungo, non essendovi ancora nulla, che possa essere lungo; se sarà lungo allora, quando da futuro ancora inesistente sarà già cominciato ad essere e sarà diventato presente, così da poter essere qualcosa di lungo, con le parole or ora riferite il tempo presente grida di non poter essere lungo.

La misurazione del tempo

16. 21. Eppure, Signore, noi percepiamo gli intervalli del tempo, li confrontiamo tra loro, definiamo questi più lunghi, quelli più brevi, misuriamo addirittura quanto l'uno è più lungo o più breve di un altro, rispondendo che questo è doppio o triplo, quello è semplice, oppure questo è lungo quanto quello. Ma si fa tale misurazione durante il passaggio del tempo; essa è legata a una nostra percezione. I tempi passati invece, ormai inesistenti, o i futuri, non ancora esistenti, chi può

misurarli? Forse chi osasse dire di poter misurare l'inesistente. Insomma, il tempo può essere percepito e misurato al suo passare; passato, non può, perché non è.

L'esistenza del passato e del futuro

17. 22. Io cerco, Padre, non affermo. Dio mio, vigilami e guidami. Chi vorrà dirmi che non sono tre i tempi, come abbiamo imparato da bambini e insegnato ai bambini, ossia il passato, il presente e il futuro, ma che vi è solo il presente, poiché gli altri due non sono? O forse anche gli altri due sono, però il presente esce da un luogo occulto, allorché da futuro diviene presente, così come si ritrae in un luogo occulto, allorché da presente diviene passato? In verità, chi predisse il futuro, dove lo vide, se il futuro non è ancora? Non si può vedere ciò che non è. Così chi narra il passato, non narrerebbe certamente il vero, se non lo vedesse con l'immaginazione. Ma se il passato non fosse affatto, non potrebbe in nessun modo essere visto. Bisogna concludere che tanto il futuro quanto il passato sono.

Presenza del passato e del futuro

18. 23. Lasciami estendere, o Signore, la mia ricerca, tu, speranza mia. Fa' che nulla disturbi il mio sforzo. Se il futuro e passato sono, desidero sapere dove sono. Se ancora non riesco, so tuttavia che, ovunque siano, là non sono né futuro né passato, ma presente. Futuro anche là, il futuro là non esisterebbe ancora; passato anche là, il passato là non esisterebbe più. Quindi ovunque sono, comunque sono, non sono se non presenti. Nel narrare fatti veri del passato, non si estrae già dalla memoria la realtà dei fatti, che sono passati, ma le parole generate dalle loro immagini, quasi orme da essi impresse nel nostro animo mediante i sensi al loro passaggio. Così la mia infanzia, che non è più, è in un tempo passato, che non è più; ma quando la rievoco e ne parlo, vedo la sua immagine nel tempo presente, poiché sussiste ancora nella mia memoria. Se sia analogo anche il caso dei fatti futuri che vengono predetti, se cioè si presentano come già esistenti le immagini di cose ancora inesistenti, confesso, Dio mio, di non saperlo. So però questo, che sovente premeditiamo i nostri atti futuri, e che tale meditazione è presente, mentre non lo è ancora l'atto premeditato, poiché futuro. Solo quando l'avremo intrapreso, quando avremo incominciato ad attuare il premeditato, allora esisterà l'atto, poiché allora non sarà futuro, ma presente.

La predizione del futuro

18. 24. Qualunque sia la natura di questo arcano presentimento del futuro, certo non si può vedere se non ciò che è. Ora, ciò che è, non è futuro, ma presente, e così, allorché si dice di vedere il futuro, non si vedono le cose, ancora inesistenti, cioè future, ma forse le loro cause o i segni, già esistenti. Perciò si vedono non cose future, ma cose già presenti al veggente, che fanno predire le future immaginandole con la mente. Queste immaginazioni a loro volta già esistono, e chi predice le vede presenti innanzi a sé. Mi suggerisca qualche esempio l'innumerevole massa dei fatti. Se osservo l'aurora, preannuncio la levata del sole. L'oggetto della mia osservazione è presente; quello della mia predizione, futuro: non futuro il sole, che esiste già, ma la sua levata, che non esiste ancora. Però non potrei predire nemmeno la levata senza immaginarla dentro di me come ora che ne parlo. Eppure né l'aurora che vedo in cielo è la levata del sole, quantunque la preceda, né lo è l'immagine nel mio animo: queste due cose si vedono presenti, per poter definire in anticipo quell'evento futuro. Dunque il futuro non esiste ancora, e se non esiste ancora, non si può per nulla vedere; però si può predire sulla scorta del presente, che già esiste e si può vedere.

Il mistero della profezia

19. 25. Quindi tu, che sei il re del tuo creato, in che modo insegni alle anime il futuro? L'hai pure insegnato ai tuoi profeti. In che modo insegni il futuro, se per te nulla è futuro? O meglio, in che modo insegni le cose presenti che riguardano le future? Ciò che non è, non si può evidentemente insegnare. Il tuo procedimento qui è troppo lontano dalla mia vista, ha superato le mie forze, non vi potrò giungere; ma potrò con le tue, quando lo concederai tu, dolce lume dei miei occhi occulti.

Un'inesattezza del linguaggio corrente

20. 26. Un fatto è ora limpido e chiaro: né futuro né passato esistono. È inesatto dire che i tempi sono tre: passato, presente e futuro. Forse sarebbe esatto dire che i tempi sono tre: presente del passato, presente del presente, presente del futuro. Queste tre specie di tempi esistono in qualche modo nell'animo e non le vedo altrove: il presente del passato è la memoria, il presente del presente la visione, il presente del futuro l'attesa. Mi si permettano queste espressioni, e allora vedo e ammetto tre tempi, e tre tempi ci sono. Si dica ancora che i tempi sono tre: passato, presente e futuro, secondo l'espressione abusiva entrata nell'uso; si dica pure così: vedete, non vi bado, non contrasto né biasimo nessuno, purché si comprenda ciò che si dice: che il futuro ora non è, né il passato. Di rado noi ci esprimiamo esattamente; per lo più ci esprimiamo inesattamente, ma si riconosce cosa vogliamo dire.

Misurazione di spazi di tempo

21. 27. Dissi poc'anzi che misuriamo il tempo al suo passaggio. Così possiamo dire che questa porzione di tempo è doppia di quella, che è semplice, o lunga quanto quella; oppure, misurandola, indicare qualsiasi altro rapporto fra porzioni di tempo. In tal modo, come dicevo, misuriamo il tempo al suo passaggio. Se mi si chiedesse: "Come lo sai?", risponderei: "Lo so perché misuriamo, e non possiamo misurare ciò che non è, e non è né il passato né il futuro". Il tempo presente, poi, come lo misuriamo, se non ha estensione? Lo si misura mentre passa; passato, non lo si misura, perché non vi sarà nulla da misurare. Ma da dove, per dove, verso dove passa il tempo, quando lo si misura? Non può passare che dal futuro, attraverso il presente, verso il passato, ossia da ciò che non è ancora, attraverso ciò che non ha estensione, verso ciò che non è più. Ma noi non misuriamo il tempo in una certa estensione? Infatti non parliamo di tempi semplici, doppi, tripli, uguali, e di altri rapporti del genere, se non riferendoci a estensioni di tempo. In quale estensione dunque misuriamo il tempo al suo passaggio? Nel futuro, da dove passa? Ma ciò che non è ancora, non si misura. Nel presente, per dove passa? Ma una estensione inesistente non si misura. Nel passato, verso dove passa? Ma ciò che non è più, non si misura.

Supplica a Dio

22. 28. Il mio spirito si è acceso dal desiderio di penetrare questo enigma intricatissimo. Non voler chiudere, Signore Dio mio, padre buono, te ne scongiuro per Cristo, non voler chiudere al mio desiderio la conoscenza di questi problemi familiari e insieme astrusi. Lascia che vi penetri e s'illuminino al lume della tua misericordia, Signore. Chi interpellare su questi argomenti, a chi confessare la mia ignoranza più vantaggiosamente che a te, cui non è sgradito il mio studio ardente, impetuoso delle tue Scritture? Dammi ciò che amo. Perché io amo, e tu mi hai dato di amare. Dammi, o Padre, che davvero sai dare ai tuoi figli doni buoni; dammi, poiché mi sono proposto di conoscere e mi attende un lavoro faticoso, finché tu mi schiuda la porta. Per Cristo ti supplico, in nome di quel santo dei santi nessuno mi disturbi. Anch'io ho creduto, perciò anche parlo. Questa è la mia speranza, per questa vivo: di contemplare le delizie del Signore. Ecco, tu hai stabilito i miei giorni decrepiti, ed essi passano, e non so come. Noi parliamo di tempo e tempo, di tempi e tempi. "Quanto tempo fa lo disse!", "Quanto tempo fa lo fece!", e: "Da quanto tempo non lo vedo!", e: "Questa sillaba ha una durata di tempo doppia di quell'altra, breve": così diciamo e udiamo, così ci facciamo comprendere e comprendiamo. Sono espressioni chiarissime, usatissime; eppure sono estremamente oscure, e astrusa è la loro spiegazione.

Il tempo e il movimento

23. 29. Ho udito dire da una persona istruita che il tempo è, di per sé, il moto del sole, della luna e degli astri; e non assentii. Perché il tempo non sarebbe piuttosto il moto di tutti i corpi? Qualora si arrestassero gli astri del cielo, e si muovesse la ruota del vasaio, non esisterebbe più il tempo per misurarne i giri e poter dire che hanno durate uguali, oppure, se si svolgono ora più lenti, ora più

veloci, che gli uni sono più lunghi, gli altri meno? E ciò dicendo, non parleremmo noi stessi nel tempo? e non vi sarebbero nelle nostre parole sillabe lunghe e brevi per la sola ragione che le prime risuonarono per un tempo più lungo, le seconde più breve? O Dio, concedi agli uomini di scorgere in un fatto modesto i concetti comuni delle piccole come delle grandi realtà. Esistono astri e lumi del cielo quali segni delle stagioni, dei giorni e degli anni, esistono, è vero; ma come io non oserei affermare che la rivoluzione di quella rotella di legno sia il giorno, neppure quel saggio oserà dire che perciò non sia un tempo.

23. 30. Io desidero conoscere il valore e la natura del tempo, lo strumento con cui misuriamo i movimenti del corpo e diciamo che uno di essi è per esempio lungo il doppio di un altro. Questo cerco di sapere: si dà nome di giorno non solo al periodo in cui il sole permane sopra la terra, secondo il quale si distingue il giorno dalla notte, ma anche all'intera rotazione che il sole compie da oriente a oriente, secondo la quale si dice: "Passarono tanti giorni", designando con i giorni anche le notti rispettive, che non si considerano a parte; ebbene, poiché il giorno si completa col movimento rotatorio del sole da oriente a oriente, io cerco di sapere se il giorno è il movimento stesso, oppure il periodo in cui si compie, oppure l'una cosa e l'altra. Se il giorno fosse il movimento del sole, avremmo un giorno anche quando il sole compisse quel suo corso nello spazio di tempo di un'ora; se fosse il periodo in cui si compie, non vi sarebbe giorno quando l'intervallo fra una levata e l'altra del sole fosse breve come quello di un'ora sola, ma il sole dovrebbe effettuare la sua rotazione ventiquattro volte per colmare un giorno intero; se fosse l'uno e l'altro, non si potrebbe parlare di giorno né quando il sole percorresse tutto il suo giro nello spazio di un'ora, né quando passasse tanto tempo col sole fermo, quanto ne impiega abitualmente il sole a compiere l'intero circuito da mattino a mattino. Quindi ora non cercherò più di sapere cosa sia ciò che chiamiamo giorno, ma cosa sia il tempo, con cui misuriamo la rotazione del sole, per il quale diremmo che la compì nella metà dello spazio di tempo abituale, qualora l'avesse compiuta nello spazio di tempo in cui si compiono dodici ore; e diremmo, confrontando queste due durate, che la seconda è semplice, la prima doppia, anche qualora la rotazione del sole da oriente a oriente avesse talvolta quella durata semplice, talvolta questa doppia. Dunque non mi si dica che il tempo è il movimento dei corpi celesti. Quando il sole si fermò all'appello di un uomo per dargli modo di concludere una battaglia vittoriosa, il sole era fermo, ma il tempo procedeva, tant'è vero che la battaglia fu condotta e finita nello spazio di tempo ad essa sufficiente. Vedo dunque che il tempo è in qualche modo un'estensione. Ma vedo veramente, o mi vedo vedere? Tu me lo chiarirai, o Luce, o Verità.

Il tempo misura del movimento

24. 31. Mi comandi di approvare chi dicesse che il tempo è il movimento di un corpo? No certo. Nessun corpo si muove fuori dal tempo; questo lo intendo: tu lo dici. Ma che il movimento stesso del corpo sia il tempo, questo non lo intendo: tu non lo dici. Di un corpo che si muove, misuro col tempo la durata del movimento, da quando inizia a quando finisce. Se non ho visto quando iniziò, e continua a muoversi di modo che non vedo quando finisce, mi è impossibile misurarlo, a meno di misurarlo da quando inizio a quando finisco di vederlo. Vedendolo a lungo, riferisco soltanto che è un tempo lungo, senza riferire quanto, poiché, per dire anche quanto, facciamo un confronto, ad esempio: "Questo è quanto quello", oppure: "Questo è doppio di quello", e così via. Se invece avremo potuto rilevare nello spazio il punto da cui è partito e il punto in cui arriva un corpo in movimento, oppure le sue parti, qualora si muova come un tornio, possiamo dire in quanto tempo si è effettuato il movimento del corpo o di una sua parte da un punto a un altro. Il movimento del corpo è dunque cosa distinta dalla misura della sua durata. E chi non capisce ormai a quale delle due nozioni conviene dare il nome di tempo? Infatti, se anche un corpo alternamente si muove e sta fermo, noi misuriamo col tempo non soltanto il suo movimento, ma anche la stasi. Diciamo: "Stette fermo tanto, quanto si mosse", oppure: "Stette fermo due, tre volte più di quanto si mosse";

oppure indichiamo altri rapporti, misurati con precisione o a stima, più o meno, come si suol dire. Dunque il tempo non è il movimento dei corpi.

Confessione e invocazione

25. 32. Ti confesso, Signore, d'ignorare tuttora cosa sia il tempo; d'altra parte ti confesso, Signore, di sapere che pronuncio queste parole nel tempo; che da molto ormai sto parlando del tempo, e che proprio questo molto non lo è per altro, che per la durata del tempo. Ma come faccio a saperlo, se ignoro cosa sia il tempo? O chissà, non so esprimere ciò che so? Ahimè, ignoro persino cosa ignoro. Ecco, Dio mio, davanti a te che non mento: quale la mia parola, tale il mio cuore. Tu, Signore Dio mio, illuminando la mia lucerna illuminerai le mie tenebre.

Il tempo misurato col tempo

26. 33. Non è veritiera la confessione della mia anima, quando ti confessa che misuro il tempo? Dunque, Dio mio, io misuro e non so cosa misuro. Misuro il movimento di un corpo per mezzo del tempo, ma non misuro ugualmente anche il tempo? Potrei misurare il movimento di un corpo, la sua durata, la durata del suo spostamento da un luogo all'altro, se non misurassi il tempo in cui si muove? Ma questo tempo con che lo misuro? Si misura un tempo più lungo con un tempo più breve come con la dimensione di un cubito quella di un trave? Così ci vedono misurare la dimensione di una sillaba lunga con quella di una breve, e dirla doppia; così misuriamo la dimensione dei poemi con la dimensione dei versi, e la dimensione dei versi con la dimensione dei piedi, e la dimensione dei piedi con la dimensione delle sillabe, e la dimensione delle sillabe lunghe con quella delle brevi: non sulle pagine, perché così misuriamo spazi e non tempi, ma al passaggio delle parole, mentre vengono pronunciate. Diciamo: "È un poema lungo, infatti si compone di tanti versi; versi lunghi, infatti constano di tanti piedi; piedi lunghi, infatti si estendono per tante sillabe. E una sillaba lunga, infatti è doppia della breve". Ma neppure così si definisce una misura costante di tempo, poiché un verso più breve può essere fatto risuonare, strascicandolo, per uno spazio di tempo maggiore di uno più lungo, che venga affrettato. La stessa cosa può avvenire di un poema, e di un piede, e di una sillaba. Ne ho tratto l'opinione che il tempo non sia se non un'estensione. Di che? Lo ignoro. Però sarebbe sorprendente, se non fosse un'estensione dello spirito stesso. Perché, cosa misuro, di grazia, Dio mio, quando affermo o imprecisamente: "Questo tempo è più lungo di quello", o anche precisamente: "È doppio di quello"? Misuro il tempo, lo so; ma non misuro il futuro, perché non è ancora; né misuro il presente, perché non ha estensione alcuna; né misuro il passato, perché non è più. Cosa misuro dunque? Forse i tempi al loro passaggio, non passati? È quanto dissi .

Difficoltà nella misurazione del tempo

27. 34. Insisti, spirito mio, e fissa intensamente il tuo sguardo. Dio è il nostro aiuto, egli ci fece, e non noi. Fissa il tuo sguardo dove albeggia la verità. Ecco, immagina che una voce, corporea, cominci a risuonare, risuona, risuona ancora, ed ecco cessa, è già tornato il silenzio, la voce è passata, non c'è più voce ormai. Era futura, prima di risuonare, e non si poteva misurarla, perché non era ancora, come non si può ora, perché non è più. Si poteva misurarla quando risuonava, perché allora era, in modo che si poteva misurare. Ma anche allora non era ferma, perché andava, passava. O proprio per questo invece si poteva? Passando, infatti, si estendeva per un certo spazio di tempo, durante il quale si poteva misurarla, poiché il presente non ha nessuna estensione. Ammesso dunque che in quel frangente poteva essere misurata, eccoti ora una seconda voce, che cominciò a risuonare e risuona tuttavia con tono uniforme, senza alcuna variazione. Misuriamola finché risuona, poiché, appena avrà cessato di risuonare, sarà ormai passata e non sarà più, in modo che si possa misurare! Misuriamola, presto, e indichiamone la durata. Ma sta risuonando ancora: non si può misurarla, se non partendo dall'inizio della sua esistenza, ossia dal momento in cui cominciò a risuonare, e giungendo alla fine, ossia al momento in cui cessa. Gli intervalli si

misurano appunto da un certo inizio e a un certo fine; quindi una voce non ancora finita non può essere misurata, non si può dire quanto sia lunga o breve, né dire se sia uguale a un'altra, o semplice o doppia o comunque diversa rispetto a un'altra. Ma una volta finita non sarà più. Come si potrà misurarla allora? Eppure misuriamo il tempo: non quello che non è ancora, né quello che non è più, né quello che non si estende in durata, né quello che non ha limiti; cioè non lo misuriamo né futuro, né passato, né presente, né passante; eppure lo misuriamo, il tempo.

27. 35. Deus creator omnium: in questo verso si alternano otto sillabe brevi e lunghe: le quattro brevi, cioè la prima, terza, quinta e settima, semplici rispetto alle quattro lunghe, cioè la seconda, quarta, sesta e ottava. Di queste ultime ognuna dura un tempo doppio rispetto a ognuna delle prime, come annuncio mentre le pronuncio, e come è, secondo che ci fanno intendere manifestamente i sensi. Come manifestano i sensi, io misuro la sillaba lunga mediante la breve, sentendo che la lunga ha una durata doppia della breve. Ma una sillaba risuona dopo un'altra; se prima è la breve, la lunga dopo, come trattenere la breve? e come applicarla sulla lunga per misurarla e trovare così che ha una durata doppia, se la lunga comincia a risuonare soltanto quando la breve cessò di risuonare? e la stessa sillaba lunga la misuro quando è presente, mentre non la misuro che finita? Ma quando è finita è passata. Cosa misuro dunque? Dov'è la breve, che uso per misurare? dov'è la lunga, che devo misurare? Entrambe risuonarono, svanirono, passarono, non sono più. Eppure io misuro e rispondo, con tutta la fiducia che si ha in un senso esercitato, che una è semplice, l'altra doppia, in estensione temporale, s'intende: cosa che posso fare solo in quanto sono passate e finite. Dunque non misuro già le sillabe in sé, che non sono più, ma qualcosa nella mia memoria, che resta infisso.

Nello spirito la misura del tempo

27. 36. È in te, spirito mio, che misuro il tempo. Non strepitare contro di me: è così; non strepitare contro di te per colpa delle tue impressioni, che ti turbano. È in te, lo ripeto, che misuro il tempo. L'impressione che le cose producono in te al loro passaggio e che perdura dopo il loro passaggio, è quanto io misuro, presente, e non già le cose che passano, per produrla; è quanto misuro, allorché misuro il tempo. E questo è dunque il tempo, o non è il tempo che misuro. Ma quando misuriamo i silenzi e diciamo che tale silenzio durò tanto tempo, quanto durò tale voce, non concentriamo il pensiero a misurare la voce, come se risuonasse affinché noi possiamo riferire qualcosa sugli intervalli di silenzio in termine di estensione temporale? Anche senza impiego della voce e delle labbra noi percorriamo col pensiero poemi e versi e discorsi, riferiamo tutte le dimensioni del loro sviluppo e le proporzioni tra i vari spazi di tempo, esattamente come se li recitassimo parlando. Chi, volendo emettere un suono piuttosto esteso, ne ha prima determinato l'estensione col pensiero, ha certamente riprodotto in silenzio questo spazio di tempo, e affidandolo alla memoria comincia a emettere il suono, che si produce finché sia condotto al termine prestabilito: o meglio, si produsse e si produrrà, poiché la parte già compiuta evidentemente si è prodotta, quella che rimane si produrrà. Così si compie. La tensione presente fa passare il futuro in passato, il passato cresce con la diminuzione del futuro, finché con la consumazione del futuro tutto non è che passato.

Attesa, attenzione, memoria

28. 37. Ma come diminuirebbe e si consumerebbe il futuro, che ancora non è, e come crescerebbe il passato, che non è più, se non per l'esistenza nello spirito, autore di questa operazione, dei tre momenti dell'attesa, dell'attenzione e della memoria? Così l'oggetto dell'attesa fatto oggetto dell'attenzione passa nella memoria. Chi nega che il futuro non esiste ancora? Tuttavia esiste già nello spirito l'attesa del futuro. E chi nega che il passato non esiste più? Tuttavia esiste ancora nello spirito la memoria del passato. E chi nega che il tempo presente manca di estensione, essendo un punto che passa? Tuttavia perdura l'attenzione, davanti alla quale corre verso la sua scomparsa ciò che vi appare. Dunque il futuro, inesistente, non è lungo, ma un lungo futuro è l'attesa lunga di un

futuro; così non è lungo il passato, inesistente, ma un lungo passato è la memoria lunga di un passato.
28. 38. Accingendomi a cantare una canzone che mi è nota, prima dell'inizio la mia attesa si protende verso l'intera canzone; dopo l'inizio, con i brani che vado consegnando al passato si tende anche la mia memoria. L'energia vitale dell'azione è distesa verso la memoria, per ciò che dissi, e verso l'attesa, per ciò che dirò: presente è però la mia attenzione, per la quale il futuro si traduce in passato. Via via che si compie questa azione, di tanto si abbrevia l'attesa e si prolunga la memoria, finché tutta l'attesa si esaurisce, quando l'azione è finita e passata interamente nella memoria. Ciò che avviene per la canzone intera, avviene anche per ciascuna delle sue particelle, per ciascuna delle sue sillabe, come pure per un'azione più lunga, di cui la canzone non fosse che una particella; per l'intera vita dell'uomo, di cui sono parti tutte le azioni dell'uomo; e infine per l'intera storia dei figli degli uomini, di cui sono parti tutte le vite degli uomini.
Conclusione
Dispersione nel tempo e confluenza nell'eterno
29. 39. Ma poiché la tua misericordia è superiore a tutte le vite, ecco che la mia vita non è che distrazione, mentre la tua destra mi raccolse nel mio Signore, il figlio dell'uomo, mediatore fra te, uno, e noi, molti, in molte cose e con molte forme, affinché per mezzo suo io raggiunga Chi mi ha raggiunto e mi ricomponga dopo i giorni antichi seguendo l'Uno. Dimentico delle cose passate, né verso le future, che passeranno, ma verso quelle che stanno innanzi non disteso, ma proteso, non con distensione, ma con tensione inseguo la palma della chiamata celeste. Allora udrò la voce della tua lode e contemplerò le tue delizie, che non vengono né passano. Ora i miei anni trascorrono fra gemiti, e il mio conforto sei tu, Signore, padre mio eterno. Io mi sono schiantato sui tempi, di cui ignoro l'ordine, e i miei pensieri, queste intime viscere della mia anima, sono dilaniati da molteplicità tumultuose. Fino al giorno in cui, purificato e liquefatto dal fuoco del tuo amore, confluirò in te.
Esistenza di Dio prima di tutti i tempi
30. 40. Allora mi stabilizzerò e consoliderò in te nella mia forma, la tua verità. Non subirò più le domande di chi, per una malattia condannabile desideroso di bere più di quanto non comprenda, chiede: "Cosa faceva Dio prima di fare il cielo e la terra?", oppure: "Come gli venne l'idea di fare qualcosa, mentre prima non aveva fatto mai nulla?". Concedi loro, Signore, di riflettere bene a come parlano, e di scoprire che non si parla di un mai là dove non esiste tempo. Dire: "Non aveva fatto mai nulla", non equivale forse a dire che non aveva fatto nulla in nessun tempo? Comprendano quindi che non esiste alcun tempo senza creato, e cessino di dire vanità come queste. Volgano la loro attenzione anche verso le cose che stanno innanzi, e capiscano che tu sei prima di tutti i tempi, eterno creatore di tutti i tempi; che nessun tempo è coeterno con te, come anche nessuna creatura, sebbene ve ne siano di superiori al tempo.
Scienza umana e divina
31. 41. Signore Dio mio, quale abisso il tuo profondo segreto, e come me ne hanno gettato lontano le conseguenze dei miei peccati! Guarisci i miei occhi, e parteciperò alla gioia della tua luce. Certo, se esistesse uno spirito di scienza e prescienza così potente da conoscere tutto il passato e il futuro come io una canzone delle più conosciute, susciterebbe, questo spirito, meraviglia e quasi sacro terrore, poiché nulla gli sfuggirebbe sia delle età già concluse, sia di quelle che rimangono: come a me che canto non sfugge sia la parte della canzone già passata dopo l'esordio, sia quella che resta fino alla fine. Lontana, lontana invece l'idea che, creatore dell'universo, creatore delle anime e dei corpi, tu così conosci tutto il futuro e il passato! Tu assai, assai più mirabilmente e assai più misteriosamente. A chi canta o ascolta una canzone conosciuta, l'attesa delle note future e il ricordo delle passate modifica il sentimento e tende il senso. Nulla di simile accade a te,

immutabilmente eterno, ossia davvero eterno creatore delle menti. Come conoscesti in principio il cielo e la terra senza modificazione della tua conoscenza, così creasti in principio il cielo e la terra senza tensione della tua attività. Chi lo capisce ti confessi, e anche chi non lo capisce ti confessi. Oh, quanto sei elevato! Eppure quanti si abbassano in cuore sono la tua casa. Tu infatti sollevi gli abbattuti, e non cadono quanti hanno in te la loro elevatezza."

A6. Calendari terreni e orologio cosmico [250]

"L'unica verità che abbiamo trovato è che il tempo non sappiamo esattamente cosa sia, ma c'è. Noi possiamo anche non occuparci di lui, è certo però che lui si occuperà di noi"
(Armando Torno)

"Il calendario, così come noi lo intendiamo, è una conquista medievale. Soltanto in questo periodo cominciò a essere considerato come quel complesso di regole utili per ripartire il tempo. Per i romani il calendarium era il libro con cui i banchieri dell'epoca registravano gli interessi sulle somme prestate, che maturavano il primo giorno di ogni mese (kalendae). E ancora, nell'antichità, va notato che la settimana non era così diffusa come le altre divisioni del tempo. Pur essendo nata da un fenomeno naturale - le fasi lunari - questo periodo ciclico era in uso a Babilonia e si diffuse nel mondo ellenistico prima della nostra era chiamando i singoli giorni con i nomi dell'astrologia greco-egiziana (sono ancora quelli in vigore presso di noi esclusi sabato e domenica). A Roma e si cominciò a utilizzarla agli inizi dell'era cristiana e già nell'alto medioevo diventò l'unico elemento cronologico comune ai popoli civili, indipendentemente dal tipo di calendario che utilizzavano.
Il controllo, o meglio il conteggio del tempo, è una conquista molto lenta dell'uomo e anche le divisioni che ci sembrano naturali, a volte banali, hanno richiesto secoli per essere accettate. Parrebbe una contraddizione, ma in realtà è la legge stessa del tempo che esige dall'uomo intero i millenni per stabilire cosa mai sia un giorno o una settimana.
Gli Aztechi concepivano un anno di 365 giorni, ma lo dividevano in 18 periodi di 20 giorni ognuno. Ai 18 segmenti di tempo corrispondevano altrettante feste. Da questa divisione crescevano 5 giorni che venivano considerati nefasti e in cui non si faceva alcun lavoro. Capodanno era di maggio. Ma vi è anche da aggiungere che i sacerdoti e i dotti utilizzavano un'altra unità di tempo, detta tonalamatl, termine che si può tradurre «il libro dei segni del giorno». Era un periodo di 260 giorni, all'interno dei quali vigevano delle combinazioni con i numeri dall'1 al 13 non particolarmente facili da spiegare.
Anche il calendario iranico seguito nell'Avesta ha un anno di 12 mesi di 30 giorni ciascuno; alla fine vengono aggiunti 5 giorni mancanti. L'inizio dell'anno è stabilito nell'equinozio di primavera, ovvero il 21 marzo. E anche questo sistema di conteggio del tempo, così come gli innumerevoli altri, perdeva ogni anno un quarto di giorno. Per rimediarvi, ogni 120 anni si inseriva un mese. Ma questa aggiunta non viene rispettata nel primo periodo della dominazione musulmana, così quando nel 1745 i Parsi - che da tempo si erano stabiliti in India - cercarono di porvi rimedio, scoppiarono polemiche e non mancano condanne e scissioni. L'anno zoroastriano e quello persiano computarono il tempo diversamente differenziandosi con quel mese da cui nacque la discordia.
Anche una semplice occhiata alle divisioni temporali in uso presso l'antico Israele può sorprenderci. L'inizio del giorno, secondo il costume dei nomadi, era alla sera. Dopo la cattività babilonese, gli ebrei utilizzarono i nomi dei mesi adottati da quella civiltà. L'inizio dell'anno fu in un primo tempo in primavera, ma poi prevalse l'autunno. Per motivi giuridici si accompagnavano gli anni: un gruppo di sette, sette gruppi di sette (nacque così, quasi certamente, la pratica del giubileo al cinquantesimo). Le norme che si formula vano sulla divisione del tempo variavano a seconda delle necessità religiose. Il calendario costante è stato attribuito a Rabbi Hillel II (siamo nel IV secolo d.C.), ma forse egli si è limitato a sistemare alcune nuove regole. Soltanto nella metà del X secolo il

[250] Armando Torno. *La truffa del tempo. Scienziati, santi e filosofi all'eterna ricerca di un orologio universale*. Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1999, ISBN 88-04-48507-8, pp. 17-34.

computo ebraico può considerarsi fissato definitivamente.
È quasi certo che il calendario egiziano risale al periodo preistorico. In ogni caso, sappiamo che in Egitto la scansione del tempo poteva tener conto di due avvenimenti periodici: il massimo dell'inondazione del Nilo e il sorgere della stella Sirio. Il primo fenomeno era solito capitare tre giorni dopo il solstizio d'estate (in quei tempi era tra la fine di luglio i primi di agosto); il secondo - a una latitudine come quella di Menfi - si poteva osservare del crepuscolo mattutino del 19 luglio, ovvero poco prima del benefico straripamento delle acque, del quale era una sorta di astronomico araldo. Sembra quasi superfluo aggiungere che questo giorno aveva una particolare importanza per il calendario delle stagioni e che esse - erano tre - ricavavano i loro nomi dall'inondazione e dai conseguenti lavori agricoli.
il calendario greco presentava alcuni inconvenienti: era di 12 mesi, distinti in «cavi» (di 29 giorni) e «pieni» (di 30). si arrivava ad avere un anno lunare di 354 giorni, ovvero più breve di 11 giorni e un quarto dell'anno solare. Un computo che creò non pochi problemi, perché il principio dell'anno era continuamente spostato, con tutti gli inconvenienti che si possono immaginare. Del resto, non pochi dei riti e delle feste greche si legavano a mesi e stagioni. Per accordare l'anno lunare con quello solare, i greci ricorsero a diversi artifici, a compensazioni cicliche, ma non riuscirono mai a mettersi d'accordo su un calendario uniforme. Risultato: il primo dell'anno era diverso di città in città. Così l'anno antico è quello olimpico cominciavano durante l'estate, l'anno macedonico invece partiva in autunno. Inoltre, per i greci più antichi la divisione delle stagioni era molto rudimentale: ne riconoscevano soltanto due, l'estate e l'inverno. I periodi intermedi si aggiunsero successivamente; in ogni caso Tucidite ne La guerra del Peloponneso divide l'anno soltanto in due parti.
E a Roma? Vi è il più antico calendario che prende il nome da Romolo e che risulta di 10 mesi composti da 30 e 31 giorni, per un totale di 304. Oggi gli storici più informati lo considerano una leggenda, forti del fatto che anche Macrobio nei Saturnalia parla di un anno composto di 12 mesi al tempo del mitico fondatore. Del resto ,fosse dato in vigore un pasticcio del genere, i mesi estivi quelli invernali avrebbero finito con il mescolarsi reciprocamente, costringendo forse chi lo utilizzava a delle continue aggiunte di giorni. Sta di fatto che la tradizione attribuisce al re Numa Pompilio la prima riforma del calendario, adattandolo al ciclo lunare e dividendolo in 12 mesi. Fu questo monarca a introdurre le Kalendae (primo giorno di ogni mese), le nonae (il 5 dei mesi di 29 giorni, il 7 dei mesi di 31) e le idus (il 13 dei mesi di 29 giorni, il 15 dei mesi di 31). Va Inoltre ricordato che i mesi di 31 giorni, ovvero marzo, maggio, luglio e ottobre, si alternavano a quelli di 29; infine c'era già febbraio con i suoi 28. Per ristabilire l'equilibrio dell'anno lunare si era introdotto, dopo il giorno delle terminalia (cioè il 23 febbraio), un periodo alternato di 22 o 23 giorni. Ma questo non evitò pasticci e confusioni. Del resto un anno così concepito durava 366 giorni e mezzo e il collegio dei pontefici intervenne per correggerla, a volte anche arbitrariamente, magari per ragioni politiche. L'equilibrio del calendario era basato sui mesi intercalari, che però non potevano essere sistemati dai comodi e dai tornaconti dei ricordati pontefici. Si capirà, giunti a questo punto, quanto fosse necessaria la riforma di Giulio Cesare.
Il fatto avvenne nel 46 a.C., terzo anno del suo consolato. Malauguratamente non ci è giunto l'editto di promulgazione, né le tavole di bronzo su cui Augusto avrebbe fatto incidere quelle norme per serbarle nei secoli. Notizie di un certo interesse si leggono in Censorino (un grammatico del III secolo, autore del Giorno natalizio), in Solino (visse nel IV secolo) e in Macrobio che già abbiamo avuto occasione di citare (anch'egli operò tra il IV e il V secolo). Altre informazioni su questa fondamentale riforma - ma a volte sono semplici notizie - si leggono in Ovidio, Plinio il Vecchio, Svetonio, Plutarco e Dione Cassio. Purtroppo, tranne Ovidio, sono tutti autori lontani parecchi anni dal fatto. Al di là delle testimonianze, la riforma di Giulio Cesare si proponeva di abolire l'arbitrio

che governava il calendario di allora e fece coincidere l'anno civile con l'anno tropico. Istituì dei cicli quadriennali che erano composti da tre anni di 365 giorni e da un anno di 366.
Per attuare la riforma, nell'anno 708 di Roma Cesare dovete imporre un aumento dei giorni. Secondo Censorino si arrivò a 445, per Solino cò i giorni dei mesi, sostanzialmente rendendoli come li abbiamo in uso ora. Quindi dispose che ogni quattro anni fra il 23 e il 24 febbraio - vale a dire nel punto dove prima si intercala va il cosiddetto mese mercedonio - si ponesse un giorno. E questo, secondo la maniera di numerare le date dei romani, fu detto bis sexto calendas Martias, da cui il nome di «bisestile».
Ma non si creda che dopo l'intervento di Cesare tutti si attennero alle nuove regole. Innanzitutto iniziarono le polemiche tra i cronologisti intorno alla disposizione degli anni che dovevano essere bisestili e su quelli che invece furono tali. In Soulino e Macrobio leggiamo che, dopo la morte di Cesare, i pontefici decisero di intercalare il bisesto ogni tre anni; e con questa nuova bella trovata andarono avanti per 36 anni. Augusto si accorge dell'errore e ordinò di ricompensa il computo per riassorbire i tre bisesti in eccesso. Nacquero così le ricordate tavole di bronzo.
Per amor di precisione, dobbiamo aggiungere che Plinio, in un passo che non brilla per chiarezza, ricorda che il lasso di tempo lasciato decorrere per compensare i bisesti fu necessario per avviare a un errore sconosciuto nella stessa riforma e che era attribuibile a Sosigene, l'astronomo Alessandrino che mise a punto la sistemazione del calendario dopo averne discusso con il condottiero in Egitto (Plutarco scrive che per quella vicenda Cesare «chiamò a raccolta i migliori matematici e filosofi dell'epoca»). E Sosigene non era certamente tranquillo se in tre dissertazioni continuò a partorire dubbi e a correggere se stesso.
In ogni caso, la riforma di Cesare fu un evento fondamentale per il conteggio del tempo, Gli interventi che seguirono non ne alterano le norme fissate. Sappiamo, ad esempio, che i padri convenuti al Concilio di Nicea - si celebrò nel 325 - fissarono l'equinozio al 21 marzo, mentre al tempo di Cesare era fatto cadere tra il 25 e il 26 marzo. Poi si erano succeduti i vari calcoli degli astronomi intorno alla durata dell'anno tropico. Se per la riforma giuliana era di poco superiore a 365 e un quarto, Tolomeo nel 130 sosteneva che fosse di 365,247 giorni. Un po' meno era la stima che ne fece Ibn al_Battani nel IX secolo: in un libro intitolato Del movimento delle stelle commenta i metodi della trigonometria indiana per dimostrare che la distanza della Terra dal Sole varia durante l'anno e arriva alla cifra di 365,2405. Copernico fece di più calcolando che la lunghezza dell'anno tropico variasse tra 365,2472 e 365,2831.
Queste cifre non spaventino lettore, anche perché le discussioni e le risse che le hanno seguite sono ormai un ricordo. Vediamo piuttosto con maggior attenzione quello che successe nel 1582, allorché papa Gregorio XIII, dopo aver approvato un piano elaborato da matematici e astronomi, decise di correggere il calendario. Così non si poteva andare avanti: ogni 4 secoli si anticipava di 3 giorni. E l'equinozio cadeva in quel 1582 l'11 marzo. E anche da data della Pasqua era sbagliata.
Del gran numero di persone che si interessano alla riforma del calendario del 1582, tre di esse vanno ricordate. Anche perché due non furono dei personaggi di spicco e a stento si trovano nei libri di storia. Eppure, se diciamo che oggi è il tal giorno del tale anno, lo dobbiamo a loro. Oltre, ovviamente, al decreto del terzo, cioè di papa Gregorio, il quale fu un avvocato prima di salire al soglio di Pietro.
Cominciamo con il primo personaggio. Era un uomo del Sud e si chiamava Aloysius lilius, o meglio in italiano Luigi Lilio. La sua data di nascita non è sicura. Si dice che sia stato il 1510 o uno di quegli anni attorno; si sa di certo che la famiglia era modesta. Pare abbia studiato medicina e astronomia a Napoli, probabilmente soggiornò a Verona, poi deve aver insegnato a Perugia. In vecchiaia se ne tornò nella nativa Cirò, dove giunse alla soluzione del problema del calendario. La sua vita è un elenco di forse e la sua figura è stata volentieri dimenticata. Morì - alcune testimonianze

sostengono a Roma - prima che la sua proposta potesse essere presentata nel 1576 alla commissione papale. Fu il fratello Antonio, un medico anch'egli esperto di astronomia, a presentare e a sostenere il progetto. Toccò ancora a lui ricavare gli utili: una bolla di papa Gregorio gli concedeva l'esclusivo diritto alla pubblicazione del calendario, con tutte le relative norme, per un periodo di 10 anni. Purtroppo il privilegio gli fu revocato in breve tempo. Antonio non riusciva a stamparlo un numero di copie della riforma sufficienti per far fronte alla grandissima richiesta. Con la sua lentezza rischiò di compromettere quella rivoluzione per i calendari.

Il secondo personaggio della storia è un gesuita, Christopher Clavius (1538-1612). Fu lui a difendere Lilio dalle acque infide delle controversie scientifiche ed ecclesiastiche che si agitarono prima, dopo e durante il 1582. Ebbe poi un merito non indifferente: da buon gesuita si adoperò per la diffusione dell'idea sostenuta, anche al di là di quei pochi Paesi che l'avevano subito accettata. Oggi il suo nome si dice poco, ma al tempo in cui si svolsero i fatti era tenuto in alta considerazione. Lo stesso Galileo si recò da lui per trovare un sostegno dopo le sue osservazioni astronomiche effettuate con il telescopio, ma il povero Clavius, tolemaico convinto, arricciò i naso. La scena possiamo immaginarcela: il gesuita non respinge le leggi galileiane, anzi le dichiara importanti per l'astronomia, tuttavia esse sono inaccettabili. I crateri della luna, le fasi di Venere e di Giove facevano pendere il piatto della Bilancia, se accettate, contro l'ortodossia. L'incontro, probabilmente, fu animato e dotto, se lo stesso Galileo considerò il gesuita «degno di immortale fama» e alla fine lo scusò per aver rigettato la sua visione del cosmo. Clavius, d'altra parte, oltre a essere considerato «l'Euclide del suo tempo», fu il baluardo dei tradizionalisti per molti decenni. Ma poi, avendo aderito a una visione del mondo sbagliata, scomparve lentamente sino alla dimenticanza (la sua effige comunque è rimasta alla base della statua di Gregorio XIII custodito in San Pietro).

Per pura curiosità vale la pena aggiungere che Clavius ebbe anche l'onore di una citazione del poeta inglese John Donne. Questi, fra le molte cose che scrisse, trovò il tempo per dedicare una violenta satira contro i gesuiti e il loro fondatore, Ignazio di Loyola. Il titolo era significativo: Ignatio His Conclave. Donne va, come si suol dire, sul pesante: all'inferno colloca una scenetta dove Il grande santo si ingegna di convincere Satana a respingere le teorie di Copernico perché non hanno offuscato a sufficienza le menti per allontanarle dalla verità. E già che c'è, Donne inserisce l'opera di Clavius sulla riforma del calendario, la condanna e poi manda l'autore in anticipo all'inferno (siamo nel 1611 e il gesuita è ancora vivo e vegeto, anche se da un'incisione di qualche anno prima risulta quanto appesantito).

Eccoci a Papa Gregorio, al secolo Ugo Boncompagni (1502-1585). Bolognese, studiò diritto nella sua città natale ed egli stesso lo insegnò, avendo come discepoli personaggi quali Reginaldo Pole e Alessandro Farnese, nonché altre illustri popolati. Di lui ci interessa, tra i molti particolari, un dettaglio che coglie il suo biografo Marc'Antonio Ciappi in un libro intitolato Compendio delle heroiche et gloriose attioni et santa vita di Papa Gregorio XIII, Edito a Roma nel 1596. A pagina 19 leggiamo: «Soprattutto teneva gran parsimonia del tempo». E più avanti prosegue: «Del quale niuna cosa, tra le humane, è più pretiosa; perciò, dandone al sonno la sua parte necessaria per sostentamento et non più, costumò sempre levarsi dal letto per tempo, et mentre si vestiva diceva le litanie et altre sue particolari devozioni...». Interrompiamo la descrizione, che per la verità è dettagliata e noiosa (il biografo ci informa anche di quanto masticare i «frutti di ginepro»); ci basti ricordare che il Gregorio XIII era un pontefice senza tempi morti, anzi aveva un ritmo di vita che mirava a non sciupare nemmeno pochi secondi. Sotto il suo pontificato si ebbe la strage di San Bartolomeo, ovvero nella notte tra il 23 e 24 agosto 1572 furono massacrati a Parigi migliaia di ugonotti. Il papa fu informato degli avvenimenti dal Cardinale di Lorena. Il dialogo che ebbero è riferito in vari modi; noi lo riportiamo dal IV volume della Storia dei Papi di un dottore

dell'ambrosiana, Carlo Marcora, stampato Milano nel 1966 con approvazione ecclesiastica. Ci mostra la tempra di Gregorio XIII. Dunque il cardinale di Lorena chiese al pontefice: «Che desidera Vostra Santità per l'esaltazione della fede cattolica?»; e il papà rispose: «L'esterminio degli ugonotti». Il porporato a quel punto aggiunse: «La cosa è fatta».

Lettere da Parigi assicuravano che l'impresa era necessaria per difendere il re degli attentati. Il vecchio giurista, ora sulla cattedra di Pietro, uomo che sapeva ottimizzare il suo tempo, tagliò corto: fece cantare il 5 settembre il Te Deum a Santa Maria Maggiore tre giorni dopo ripeté la funzione nella chiesa di San Luigi dei Francesi. Pensò anche di coniare delle medaglie commemorative. Una di esse recitava la scritta «Pietas excitavit justitiam» ovvero «La pietà risvegliò la giustizia». Un'altra, con gusto più forte, rappresentava l'angelo sterminatore con la scritta: «Hugonottorum strages». Parole che oggi fanno fremere, ma allora dovettero essere abbastanza comuni. Del resto è un umanista quale Marc-Antoine Muret, maestro di Montaige ma anche protetto dal papa (nonostante le accuse di eresia e costumi depravati), si mise a celebrare l'avvenimento con accenti di gioia pasquale: «O notte memoranda, notte in cui per la morte dei ribelli fu salvata la vita del re e liberato il regno dal continuo timore di una guerra civile!». Mi scuserà il lettore per la breve , ma penso che Gregorio XIII è da conoscere anche in questi particolari. Per chi ebbe la forza e l'autorità di riformare il calendario la notte di San Bartolomeo dovette rappresentare più che un'orribile strage un incidente necessario, o forse solo un incidente. Difficile scriverlo oggi.

Dopo aver conosciuto i tre protagonisti se pure a sommi capi, vale la pena ritornare al nostro argomento. Abbiamo già ricordato che l'anno di Giulio Cesare, in uso ancora quel tempo, aveva fatto accumulare con il trascorrere dei secoli l'errore di 10 giorni. Papa Gregorio per risolvere il problema diede vita a una commissione, di cui oltre Antonio Lilio (il fratello Luigi, il vero artefice, era già defunto) e il Clavius facevano parte il cardinal Sirleto, Serafino Olivario, il domenicano e celebre matematico Ignazio Danti, Pedro Chacón, nonché il patriarca di Antiochia Ignazio Némeet. Per far quadrare i conti si decise di sopprimere i giorni che erano di troppo e si stabilì che il 4 ottobre 1582 diventasse il 15 ottobre 1582. Inoltre si eliminò un anno bisestile alla fine di ciascun secolo, la cui cifra non fosse divisibile per 4. E con la bolla Inter gravissimas del 13 febbraio 1582, Gregorio XIII promulgò la riforma a tutto il mondo. Va ricordato che il pontefice arricchì il calendario liturgico della festa della Madonna del Rosario e di quella di Sant'Anna, madre di Maria. La cosa però non fu così semplice come potrebbe far credere qualche racconto. Già poco dopo il 5 gennaio 1578, giorno in cui veniva pubblicato il Compendium di Lilio - una ventina di pagine compilate da Chacón, atte a dare un'informazione di quel che si doveva fare - osservazioni, emendamenti, proteste e anche consensi piovvero da ogni parte (molte lettere sono ancora conservate in Vaticano). Nessuno voleva perdere occasione per dire la sua. Così il matematico di corte del duca di Savoia, Giovanni Battista Benedetti, presentava alcuni suggerimenti. La sua lettera, che reca la data aprile 1578, chiese al calendario una correzione di 21 giorni, in tal modo il solstizio d'inverno sarebbe caduto il 1° gennaio. E già che c'era, Benedetti propose di modificare i mesi in modo da farli coincidere con la presenza del Sole in ognuno dei 12 segni zodiacali. Re Filippo II di Spagna approvava la riforma, ma chiedeva con tutta la sua autorità che l'equinozio dovesse cadere il 21 marzo. Il motivo? Innanzitutto per rispettare la decisione presa dal Concilio di Nicea, poi per una ragione pratica: così facendo si risparmiava perché non occorreva modificare la data nei messali e nei breviari.

Accanto a quei due esempi ci possiamo immaginare che cosa si disse e cosa si propose. C'era chi voleva oltre date per l'equinozio, chi rifiutava decisamente un valore medio per la lunghezza dell'anno, chi suggeriva cose a dir poco stravaganti e infine chi sollevava polvere per ottenere un'udienza. I battibecchi continuarono anche a riforma promulgata. E si deve tenere conto del fatto

che non tutti la accettano. Rodolfo II di Germania si concesse un po' di tempo per meditare su questo nuovo conteggio dei giorni: decise di rendere attivo solo il 4 settembre 1583. La parte protestante della stessa Germania, invece non ne vuole sapere. Ci fu soltanto una parziale accettazione delle riforme nel 1700 e occorre arrivare al 1775 per vederla applicata pienamente. Così fece la Gran Bretagna. Respinse la deliberazione papale e accettò il calendario gregoriano soltanto nel 1752 (in questo anno si adeguarono anche le colonie americane). Va inoltre precisato che il parlamento inglese in quella data dovette eliminare 11 giorni, e precisamente dal 3 al 13 settembre 1752.

In molti se la presero con più comodo. Il Giappone aderì al calendario nel 1873, la Cina nel 1949, la Russa del 1917. A noi basterà ricordare che poco dopo i fatti e i primi dibattiti, buona parte dei matematici e degli astronomi concordava con quello che si era deciso. I nomi di Tycho Brahe e di Giovanni Keplero penso possano bastare. Certamente le contestazioni si fecero anche più sottili, si ammantano di argomenti religiosi, e così di seguito. La data della Pasqua e come sarebbe stata fissata scatenò non poche di queste intelligenze.

Da un simile autentico coacervo, vale ancora la pena ricordare l'astronomo Michael Maestlin (1550-1631), professore a Tubinga e maestro dello stesso Keplero, che non era il portavoce di uno Stato ed esprimeva le sue perplessità per motivi puramente culturali. Innanzitutto questo ricercatore notava che il papa non aveva l'autorità di imporre una riforma simile, quindi si scagliava contro il nuovo calendario che a Roma si pretendeva fosse «perpetuo». Maestlin disse che un simile aggettivo negava il giorno del giudizio che era scandaloso. Tra le tante risposte che piovvero sulla cattedra di Tubinga, ce ne sono alcune che forse nacquero nella cerchia del gesuita Clavius e che fecero notare al professore la poca consistenza delle sue obiezioni. Gli ricordarono che se la sua protesta fosse stata vera, allora anche gli uomini comuni dovevano smettere di costruire case.

Clavius, da parte sua, pubblicò nel 1595 una vera e propria confutazione della tesi dell'astronomo protestante intitolata Novi calendarii Romani apologia, adversus Michaelem Maestlinum. Ma le bordate non cessarono. Il solerte gesuita arrivo a scrivere ben sei trattati per difendere il calendario gregoriano, tra cui una Explicatio nel 1606 ponderosa di oltre 800 pagine. Anzi, questa fatica si abbatté sulle del calvinista francese Giuseppe Giusto Scaligero (1540.1609) che riteneva la riforma gremita di errori. Comunque, ridotto al silenzio dal punto di vista scientifico, egli continua il dibattito con gli insulti. Clavius diventò un «tedesco dal ventre grasso», e via di questo tono. Peccato: Scaligero era un uomo di grande intelligenza, autore di un De emendatione temporum, e le sue tesi potevano benissimo accordarsi con quelle considerate nemiche.

Le reazioni della gente semplice si possono immaginare. In molti si sentirono derubati di 10 giorni. A Francoforte la folla urlò contro il papa e contro quei dotti che avevano organizzato quello che a tanti pareva una truffa. Ma anche numerosi fedeli rimasero perplessi, ricordando che se i nuovi giorni fossero stati sbagliati le loro preghiere sarebbero diventate vane perché i santi spostati nelle date non le avrebbero più accolte. La riscossione delle tasse e il pagamento dei salari sollevarono a loro volta dei pratici problemi e i banchieri calcolarono gli interessi alla meglio, non senza contestazioni. Cambiavano anche le date di nascita, gli anniversari e tutto quello che regolava la vita degli uomini. E persino il compleanno del papa si doveva correggere: anziché il 1° gennaio si sarebbe dovuto festeggiare il giorno 11. Inoltre - e lo abbiamo accennato con Rodolfo II - non tutti i Paesi si adeguano subito alle nuove regole. Enrico III di Francia, per aggiungere un altro esempio, diede l'ordine a dicembre; le Fiandre sia adeguarono il 21 dicembre, passando così direttamente al 1° gennaio. Un mercante inglese, che arrotondava i propri introiti facendo la spia, tale Thomas Stokes, Invia una lettera il 2 gennaio (del calendario gregoriano) 1583 a Londra dove può scrivere: «Per decisione della Corte, anche in questa città la giornata di ieri è stata decretata primo giorno

del nuovo anno, e primo di gennaio; così per quest'anno hanno perso il Natale. Bruges 23 dicembre 1582 stile inglese, che qui si indica come 2 gennaio 1583".
Anche un dotto raffinatissimo come Michel de Montaigne nei suoi Essais può scrivere, intingendo la penna del consueto scetticismo, senza dimenticarsi l'ironia: «Stringo i denti ma la mia mente sempre dieci giorni avanti oppure 10 giorni indietro; sento di continuo sussurrare alle orecchie: "Questo aggiustamento riguarda quelli che non sono ancora nati"».
E qui ci fermiamo. La Chiesa ortodossa ancora nel 1971 rifiutò il calendario gregoriano e continuò con quello giuliano. I motivi erano storici e non si basavano sul fatto che c'erano differenza tra la durata dell'anno dell'ultima grande riforma e quello solare di 25,96768 secondi. Né ci risulta che sia stato tirato in ballo il fatto che il calendario gregoriano avrà accumulato un giorno di differenza rispetto all'anno solare nel 4909. Questi sono semplici calcoli, divertimento per alcuni, cruccio per altri, ma rappresentano dei numeri. Il tempo e il suo computo per l'uomo restano un fatto religioso e politico, nient'altro. Quei 10 giorni che papa Gregorio fece sparire nell'ottobre 1582 erano una dura necessità per metterci in ordine con le leggi dell'universo, ma in molti si chiesero per molto tempo dove fossero finiti."

A7. Il problema del tempo nella "*Critica della ragion pura*" di Kant [251]

"*Non si può, rispetto ai fenomeni in generale, sopprimere il tempo, quantunque sia del tutto possibile toglier via dal tempo tutti i fenomeni.*"
(Immanuel Kant)

"*Sezione Seconda*
DEL TEMPO
§ 4. Esposizione metafisica del concetto del tempo
1. Il tempo non è concetto empirico, ricavato da una esperienza: poiché la simultaneità o la successione non cadrebbe neppure nella percezione, se non vi fosse a priori a fondamento la rappresentazione del tempo. Solo se presupponiamo il tempo, è possibile rappresentarsi che qualcosa sia nello stesso tempo (simultaneamente), o in tempi diversi (successivamente).
2. Il tempo è una rappresentazione necessaria, che sta a base di tutte le intuizioni. Non si può, rispetto ai fenomeni in generale, sopprimere il tempo, quantunque sia del tutto possibile toglier via dal tempo tutti i fenomeni. Il tempo dunque è dato a priori. Soltanto in esso è possibile qualsiasi realtà dei fenomeni. Questi possono sparir tutti, ma il tempo stesso (come condizione universale della loro possibilità) non può esser soppresso.
3. Su questa necessità a priori si fonda anche la possibilità di princìpi apodittici dei rapporti di tempo, o assiomi del tempo in generale. Esso ha una sola dimensione; diversi tempi non sono insieme, ma successivi (come diversi spazi non sono successivi, ma insieme). Questi princìpi non possono esser desunti dall'esperienza, perché questa non potrebbe darci né universalità rigorosa, né certezza apodittica. Potremmo dire soltanto: così ci dice la percezione comune, ma non: così deve essere. Questi princìpi valgono come leggi per le quali è possibile l'esperienza in generale, e ci istruiscono prima, non per mezzo di essa.
4. Il tempo non è un concetto discorsivo o, come si dice, universale, ma una forma pura dell'intuizione sensibile. I diversi tempi non sono se non parti appunto dello stesso tempo. Ma la rappresentazione che non può esser data se non per un solo oggetto, si chiama intuizione. Inoltre, la proposizione che tempi diversi non possono essere insieme non si potrebbe dedurre da un concetto universale. Questa proposizione è sintetica, e non può essere dedotta solo da concetti. È dunque immediatamente contenuta nell'intuizione e rappresentazione del tempo.
5. L'infinità del tempo non significa se non che tutte le quantità determinate di tempo sono possibili solo come limitazioni di un tempo unico, che stia a loro fondamento. Quindi la rappresentazione originaria del tempo deve essere data senza limitazioni. Ma quando le parti stesse e ogni grandezza di un oggetto non si possono rappresentare determinate se non mediante una limitazione, allora la rappresentazione totale non può esser data mediante concetti (perché essi non contengono se non rappresentazioni parziali), ma a fondamento di esse deve esserci un'intuizione immediata.

Esposizione trascendentale del concetto del tempo
Posso per ciò rinviare al n. 3, dove, per esser breve, ho detto tra gli articoli della esposizione metafisica quello che propriamente è trascendentale. Qui soggiungo ancora, che il concetto del

[251] Immanuel Kant. *Critica della ragion pura*. II edizione, Johann Friedrich Hartknoch, Riga, 1787, pp. 61-67.
https://www.pensierofilosofico.it/ebooks_file/criticadellaragionpura13594827872.pdf

cangiamento, e con esso il concetto del movimento (come cangiamento di luogo), è possibile solo mediante la rappresentazione del tempo; che, se questa rappresentazione non fosse intuizione (interna) a priori, nessun concetto, quale che sia, potrebbe rendere intelligibile la possibilità d'un cangiamento, cioè dell'unione in uno e medesimo oggetto di predicati opposti contraddittori (per es., l'essere e il non essere una stessa cosa nello stesso luogo). Solo nel tempo, ossia una dopo l'altra, possono incontrarsi insieme in una cosa due determinazioni opposte contraddittorie. Il nostro concetto del tempo spiega dunque la possibilità di tante conoscenze sintetiche a priori, quante ce ne propone la teoria generale del moto, che non ne è poco feconda.

§ 6. Corollari di questi concetti

a) II tempo non è qualcosa che sussista per se stesso, o aderisca alle cose, come determinazione oggettiva, e che perciò resti, anche astrazion fatta da tutte le condizioni soggettive della intuizione di quelle: perché nel primo caso sarebbe qualcosa che, senza un oggetto reale, sarebbe tuttavia reale. Per quanto riguarda il secondo caso, come determinazione e ordine inerente alle cose stesse, non potrebbe precedere gli oggetti come loro condizione, ed esser conosciuto e intuito a priori per mezzo di proposizioni sintetiche. Ciò che invece ha luogo, se il tempo non è altro che la condizione soggettiva per cui tutte le intuizioni possono accadere in noi. Giacché allora questa forma delle intuizioni interne può essere rappresentata a priori, cioè prima degli oggetti.

b) II tempo non è altro che la forma del senso interno, cioè dell'intuizione di noi stessi e del nostro stato interno. Infatti, il tempo non può essere una determinazione di fenomeni esterni: non appartiene né alla figura, né al luogo, ecc.; determina, al contrario, il rapporto delle rappresentazioni nel nostro stato interno. E appunto perché questa intuizione interna non ha nessuna figura, noi cerchiamo di supplire a questo difetto con analogie, e rappresentiamo la serie temporale con una linea che si prolunghi all'infinito, nella quale il molteplice forma una serie avente una sola dimensione; e dalle proprietà di questa linea argomentiamo tutte quelle del tempo, fuorché questa sola; che le parti della linea sono simultanee, laddove le parti del tempo sempre successive. Da ciò risulta che la rappresentazione del tempo stesso è una intuizione, poiché tutti i suoi rapporti possono essere espressi per mezzo di una intuizione esterna.

c) II tempo è la condizione formale a priori di tutti i fenomeni in generale. Lo spazio, essendo la forma pura di tutte le intuizioni esterne, è limitato, come condizione a priori, ai soli fenomeni esterni. Invece, poiché tutte le rappresentazioni — abbiano o no oggetti esterni — pure in se stesse, quali modificazioni dello spirito, appartengono allo stato interno; e poiché questo stato interno rientra sotto la condizione formale dell'intuizione interna, e però del tempo; così il tempo è condizione a priori di ogni fenomeno in generale; condizione, invero, immediata dei fenomeni interni (dell'anima nostra), e però mediatamente anche degli esterni. Se posso dire a priori; tutti i fenomeni esterni sono determinati a priori nello spazio e secondo relazioni spaziali; posso anche, muovendo dal principio del senso interno, dire universalmente: tutti i fenomeni in generale, cioè tutti gli oggetti dei sensi, sono nel tempo, e stanno fra di loro necessariamente in rapporti di tempo.

Se noi facciamo astrazione dalla nostra maniera di intuire internamente noi stessi e di cogliere mediante codesta intuizione anche le intuizioni esterne nella facoltà rappresentativa, e consideriamo quindi gli oggetti come qualcosa per sé stante, il tempo non è più nulla. Esso ha validità oggettiva soltanto rispetto ai fenomeni, poiché i fenomeni sono già cose che noi assumiamo come oggetti del nostro senso; ma non è più oggettivo, se si astrae dalla sensibilità della nostra intuizione, e perciò dal modo di rappresentare che ci è proprio, e si parla di cose in generale. Il tempo è dunque unicamente condizione soggettiva della nostra (umana) intuizione (che è sempre sensibile, cioè in quanto noi veniamo modificati da oggetti), e non è nulla in se

stesso, fuori del soggetto. Ciò non ostante, rispetto a tutti i fenomeni, quindi anche a tutte le cose, che ci si possono presentare nell'esperienza, esso è necessariamente oggettivo. Non possiamo dire: tutte le cose sono nel tempo, perché, nel concetto delle cose in generale, si fa astrazione da ogni specie di intuizione delle medesime, laddove questa è la condizione speciale per cui il tempo entra nella rappresentazione degli oggetti. Ma, aggiungendo a quel concetto la condizione, e dicendo: «tutte le cose, in quanto fenomeni (oggetti dell'intuizione sensibile), sono nel tempo», il principio acquista la sua oggettiva legittimità e universalità a priori.

Le nostre osservazioni dimostrano quindi la realtà empirica del tempo, cioè la sua validità obbiettiva rispetto a tutti gli oggetti, che possano mai esser dati ai nostri sensi. E poiché la nostra intuizione è sempre sensibile, così non può esserci dato mai nell'esperienza un oggetto, che non sia soggetto alla condizione del tempo. Per contro noi contestiamo al tempo ogni pretesa a realtà assoluta, nel senso che, anche indipendentemente dalla forma della nostra intuizione sensibile, inerisca assolutamente alle cose come loro condizione o qualità. Tali proprietà, spettanti alle cose in sé, non potranno mai esserci date mediante i sensi. In ciò dunque consiste l'idealità trascendentale del tempo, secondo la quale esso non è niente, ove si prescinda dalle condizioni soggettive dell'intuizione sensibile, e non può esser considerato né come sussistente né come inerente agli oggetti in se stessi (senza rapporto alla nostra intuizione). Tuttavia questa idealità, al pari di quella dello spazio, non può essere paragonata ai dati surrettizi delle sensazioni, poiché lì il fenomeno stesso, cui tali predicati ineriscono, si suppone sempre che abbia quella realtà oggettiva, che qui vien del tutto a mancare, salvo che come semplicemente empirica, cioè riguardante l'oggetto stesso come semplice fenomeno: su di che è da rivedere sopra l'osservazione della sezione precedente.

§ 7.

Chiarimento

Contro questa teoria, che ammette la realtà empirica del tempo, ma ne contesta la realtà assoluta e trascendentale, ho ricevuto, da parte di uomini intelligenti, una obbiezione talmente concorde, da farmi argomentare che si dovrebbe naturalmente presentare ad ogni lettore, a cui queste questioni non siano familiari. Essa suona così: i cangiamenti esistono realmente (lo prova l'intero mutarsi delle nostre proprie rappresentazioni, quand'anche si volessero negare tutti i fenomeni esterni unitamente ai loro cangiamenti). Ora i cangiamenti non sono possibili se non nel tempo; dunque il tempo è qualcosa di reale. La risposta non presenta nessuna difficoltà. Accetto tutto l'argomento. Il tempo, non v'ha dubbio, è qualcosa di reale, cioè la forma reale dell'intuizione interna. Ha dunque realtà soggettiva rispetto all'esperienza interna, cioè: io ho realmente la rappresentazione del tempo e delle mie determinazioni in esso. Esso è dunque da considerare reale non come oggetto, ma come la rappresentazione di me stesso come oggetto. Ma, se io stesso o un altro ente mi potesse percepire senza questa condizione della sensibilità, quelle stesse determinazioni appunto, che noi ora ci raffiguriamo come cangiamenti, darebbero una conoscenza, nella quale la rappresentazione del tempo e con essa quella del cangiamento, non avrebbe più luogo. Resta dunque la sua realtà empirica come condizione di tutte le nostre esperienze. Solo la realtà assoluta, dopo ciò che abbiamo detto, non può essergli riconosciuta. Esso è nient'altro che la forma delle nostre intuizioni interne. Se si toglie da esso la condizione speciale della nostra sensibilità, sparisce anche il concetto di tempo: esso non appartiene agli oggetti stessi, ma semplicemente al soggetto che li intuisce.

Ma la causa, per cui tale obbiezione è fatta così concordemente, e da coloro che pur non trovano nulla di evidente da obbiettare contro la dottrina della idealità dello spazio, è questa. La realtà assoluta dello spazio essi non speravano di poterla dimostrare apoditticamente, poiché contro di

loro sta l'idealismo, secondo il quale la realtà degli oggetti esterni non è suscettibile di prova rigorosa: laddove quella dell'oggetto del nostro senso interno (di me stesso e del mio stato) è chiara immediatamente per coscienza. Quelli potrebbero esser semplice apparenza; ma questo, a giudizio loro, è innegabilmente qualcosa di reale. Ma essi non han riflettuto che ambedue gli oggetti, senza che la loro realtà come rappresentazione possa esser contestata, non appartengono tuttavia se non al fenomeno, che ha sempre due lati: uno, se si considera l'oggetto in se stesso (astrazion fatta dal modo di intuirlo, ma la cui natura resta perciò sempre problematica); l'altro, se si guarda la forma dell'intuizione di questo oggetto; che non va cercata nell'oggetto in se stesso, ma nel soggetto al quale l'oggetto appare, e che, nondimeno, conviene realmente e necessariamente all'apparenza dell'oggetto.

Tempo e spazio sono pertanto due fonti del conoscere, dalle quali possono essere attinte a priori varie conoscenze sintetiche, come segnatamente ce ne da uno splendido esempio la matematica pura, rispetto alla conoscenza dello spazio e de' suoi rapporti. Essi cioè sono, tutti due, forme pure di tutte le intuizioni sensibili; e così rendono possibili proposizioni sintetiche a priori. Ma queste fonti a priori della conoscenza, si determinano da sé proprio perciò (che sono semplicemente condizioni della sensibilità) i loro confini: cioè si riferiscono agli oggetti, solo in quanto questi sono considerati come fenomeni, ma non rappresentano cose in sé. Solo quelli sono il campo della loro validità, fuori del quale, ove se ne esca, non c'è più uso oggettivo di esse. Questa realtà dello spazio e del tempo, del resto, ci lascia intatta la sicurezza della conoscenza sperimentale; perché noi ne siamo ugualmente certi, o che queste forme appartengono alle cose in sé, o solo alla nostra intuizione di queste cose in un modo necessario. Al contrario, coloro che affermano la realtà assoluta dello spazio e del tempo, la considerino come sussistente o soltanto come inerente, vengono di necessità a contraddire ai principi dell'esperienza. Giacché, se si risolvono per la prima ipotesi (ch'è comunemente il partito dei fisici matematici), devono ammettere due non-enti (spazio e tempo) come eterni ed infiniti, aventi una realtà per sé; che (pur non essendo niente di reale) esistono solo per contenere in sé tutto il reale. Se prendono il secondo partito (che è quello di alcuni fisici metafisici), e spazio e tempo valgono per loro come rapporti dei fenomeni (giustapposizione o successione), astratti dall'esperienza, benché confusamente rappresentati in tale astrazione: essi debbono negare alle teorie a priori della matematica rispetto alle cose reali (per es. nello spazio) la loro validità, o almeno la certezza apodittica, poiché quest'ultima non c'è punto a posteriori, e i concetti a priori di spazio e di tempo, secondo questa opinione, vengono ad essere solo creature dell'immaginazione; la fonte delle quali, in realtà, va cercata nell'esperienza, dai cui rapporti astratti l'immaginazione ha composto qualcosa, che contiene ciò che in essi v'è di generale, ma che non può esistere senza le limitazioni che la natura ha con essi congiunte. I primi ci fanno il guadagno di rendersi libero il terreno dei fenomeni per le affermazioni matematiche. Al contrario, si smarriscono per causa di queste stesse condizioni, quando l'intelletto vuoi andare al di là di cotesto terreno. I secondi in confronto ci guadagnano di più, cioè non capitano loro incontro le rappresentazioni di spazio e tempo se vogliono giudicare degli oggetti non come fenomeni, ma solo in rapporto coll'intelletto; ma essi non possono né giustificare (poiché loro manca una intuizione a priori, vera ed oggettivamente valida) la possibilità di conoscenze matematiche a priori, e né anche mettere le proposizioni sperimentali in un accordo necessario con quelle affermazioni. Nella nostra teoria la vera natura di quelle due forme originarie del senso toglie di mezzo entrambe le difficoltà.

Infine, che l'estetica trascendentale non possa contenere più di questi due elementi, spazio e tempo, è chiaro dal fatto che tutti gli altri concetti appartenenti alla sensibilità - anche quello del movimento, che implica l'uno e l'altro, - suppongono qualcosa di empirico. Questo infatti presuppone la percezione di qualcosa mobile. Ma nello spazio, considerato in se stesso, non c'è nulla di mobile; perciò il mobile deve essere qualcosa che nello spazio si ha solo per mezzo

dell'esperienza; e perciò un dato empirico. Parimenti, l'estetica trascendentale non può contare fra i suoi dati a priori il concetto del cangiamento; perché non il tempo stesso cangia, ma qualcosa che è nel tempo. A ciò dunque occorre la percezione di un qualunque esistente, e la successione delle sue determinazioni; quindi l'esperienza".

_____

A8. Il tempo secondo Stephen W. Hawking [252]

"*Il nostro senso soggettivo della direzione del tempo, la freccia del tempo psicologica, è determinato nel nostro cervello dalla freccia del tempo termodinamica.*"
(Stephen Hawking)

"*... Sino all'inizio di questo secolo si credette in un tempo assoluto. In altri termini, ogni evento poteva essere etichettato da un numero chiamato «tempo» ad esso associato in un modo unico, e ogni buon orologio avrebbe concordato con ogni altro nel misurare l'intervallo di tempo compreso fra due eventi. La scoperta che la velocità della luce appare la stessa a ogni osservatore, in qualsiasi modo si stia muovendo, condusse però alla teoria della relatività, nella quale si dovette abbandonare l'idea che esista un tempo unico assoluto. Ogni osservatore avrebbe invece la sua propria misura del tempo quale viene misurato da un orologio che egli porta con sé: orologi portati da differenti osservatori non concorderebbero necessariamente fra loro. Il tempo diventò così un concetto più personale, relativo all'osservatore che lo misurava.*
Quando si tentò di unificare la gravità con la meccanica quantistica, si dovette introdurre l'idea del tempo "immaginario". Il tempo immaginario è indistinguibile dalle direzioni nello spazio. Se si può andare verso nord, si può fare dietro-front e dirigersi verso sud; nello stesso modo, se si può procedere in avanti nel tempo immaginario, si dovrebbe poter fare dietro-front e procedere a ritroso. Ciò significa che non può esserci alcuna differenza importante fra le direzioni in avanti e all'indietro del tempo immaginario. D'altra parte, quando si considera il tempo "reale", si trova una differenza grandissima fra le direzioni in avanti e all'indietro, come ognuno di noi sa anche troppo bene. Da dove ha avuto origine questa differenza fra il passato e il futuro? Perché ricordiamo il passato ma non il futuro?
Le leggi della scienza non distinguono fra passato e futuro. Più precisamente, le leggi della scienza sono invariate sotto la combinazione di operazioni (o simmetrie) note come C, P e T. (C significa lo scambio fra particelle e antiparticelle; P significa l'assunzione dell'immagine speculare, con inversione di destra e sinistra; T significa, infine, l'inversione del moto di tutte le particelle, ossia l'esecuzione del moto all'indietro.) Le leggi della scienza che governano il comportamento della materia in tutte le situazioni normali rimangono immutate sotto la combinazione delle due operazioni C e P prese a sé. In altri termini, la vita sarebbe esattamente identica alla nostra per gli abitanti di un altro pianeta che fossero una nostra immagine speculare e che fossero composti di antimateria anziché di materia.
Se le leggi della scienza rimangono immutate sotto la combinazione delle operazioni C e P, e anche sotto la combinazione C, P e T, devono rimanere immutate anche sotto la sola operazione T. Eppure c'è una grande differenza fra le operazioni in avanti e all'indietro del tempo reale nella vita comune. Immaginiamo una tazza d'acqua che cada da un tavolo e vada a frantumarsi sul pavimento. Se filmiamo questo fatto, potremo dire facilmente, osservandone la proiezione, se la scena che vediamo si stia svolgendo in avanti o all'indietro. Se la scena è proiettata all'indietro, vedremo i cocci riunirsi rapidamente e ricomporsi in una tazza intera che balza sul tavolo. Possiamo dire che la scena che vediamo è proiettata all'indietro perché questo tipo di comportamento non viene mai osservato nella vita comune. Se lo fosse, i produttori di stoviglie farebbero fallimento.
La spiegazione che si dà di solito del perché non vediamo mai i cocci di una tazza riunirsi assieme a

[252] Stephen W. Hawking. *Dal big bang ai buchi neri. Breve storia del tempo*. Rizzoli Libri, Milano, 2016, ISBN 978-88-17-07975-4, pp. 172-183.

ricostituire l'oggetto integro è che questo fatto è proibito dal secondo principio della termodinamica. Questo dice che in ogni sistema chiuso il disordine, o l'entropia, aumenta sempre col tempo. In altri termini, questa è una forma della legge di Murphy: le cose tendono sempre ad andare storte! Una tazza integra sul tavolo è in uno stato di alto ordine, mentre una tazza rotta sul pavimento è in uno stato di disordine. Si può passare facilmente dalla tazza sul tavolo nel passato alla tazza rotta sul pavimento nel futuro, ma non viceversa.

L'aumento col tempo del disordine o dell'entropia è un esempio della cosiddetta freccia del tempo, qualcosa che distingue il passato dal futuro, dando al tempo una direzione ben precisa. Esistono almeno tre frecce del tempo diverse. Innanzitutto c'è la freccia del tempo termodinamica: la direzione del tempo in cui aumenta il disordine o l'entropia. Poi c'è la freccia del tempo psicologica: la direzione in cui noi sentiamo che passa il tempo, la direzione in cui ricordiamo il passato ma non il futuro. Infine c'è la freccia del tempo cosmologica: la direzione del tempo in cui l'universo si sta espandendo anziché contraendo.

... nessuna condizione al contorno per l'universo può spiegare perché tutt'e tre le frecce puntino nella stessa direzione, e inoltre perché debba esistere in generale una freccia del tempo ben definita. La freccia psicologica è determinata dalla freccia termodinamica, e queste due frecce puntano sempre necessariamente nella stessa direzione. Se si suppone la condizione dell'inesistenza di confini per l'universo, devono esistere una freccia del tempo termodinamica e una cosmologica ben definite, ma esse non punteranno nella stessa direzione per l'intera storia dell'universo. Solo però quando esse puntano nella stessa direzione le condizioni sono idonee allo sviluppo di esseri intelligenti in grado di porsi la domanda: Perché il disordine aumenta nella stessa direzione del tempo in cui l'universo si espande?.

Esaminerò dapprima la freccia del tempo termodinamica. La seconda legge della termodinamica risulta dal fatto che gli stati disordinati sono sempre molti di più di quelli ordinati. Per esempio, consideriamo i pezzi di un puzzle in una scatola. Esiste uno, e un solo, ordinamento in cui tutti i pezzi formano una figura completa. Di contro esiste un numero grandissimo di disposizioni in cui i pezzi sono disordinati e non compongono un'immagine.

Supponiamo che un sistema prenda l'avvio in uno del piccolo numero di stati ordinati. Al passare del tempo il sistema si evolverà secondo le leggi della scienza e il suo stato si modificherà. In seguito è più probabile che il sistema si trovi in uno stato disordinato piuttosto che in uno ordinato, dato che gli stati disordinati sono in numero molto maggiore. Il disordine aumenterà quindi probabilmente col tempo se il sistema obbedisce alla condizione iniziale di grande ordine.

Supponiamo che nello stato iniziale i pezzi siano raccolti nella scatola nella disposizione ordinata in cui formano un'immagine. Se scuotiamo la scatola i pezzi assumeranno un'altra disposizione. Questa sarà probabilmente una disposizione disordinata in cui i pezzi non formeranno un'immagine appropriata, semplicemente perché le disposizioni disordinate sono in numero molto maggiore di quelle ordinate. Alcuni gruppi di pezzi potranno formare ancora parti della figura, ma quanto più scuotiamo la scatola tanto più aumenta la probabilità che anche questi gruppi si rompano e che i pezzi vengano a trovarsi in uno stato completamente mischiato, nel quale non formeranno più alcuna sorta di immagine. Così il disordine dei pezzi aumenterà probabilmente col tempo se i pezzi obbediscono alla condizione iniziale che si prenda l'avvio da uno stato altamente ordinato.

Supponiamo, però, che Dio abbia deciso che l'universo debba finire in uno stato di alto ordine, ma che non abbia alcuna importanza in quale stato sia iniziato. In principio l'universo sarebbe probabilmente in uno stato molto disordinato. Ciò significherebbe che il disordine è destinato a diminuire col tempo. Vedremmo allora i cocci di tazze rotte riunirsi assieme e le tazze intere saltare dal pavimento sul tavolo. Gli esseri umani che si trovassero a osservare queste scene vivrebbero

però in un universo in cui il disordine diminuisce col tempo. Ebbene, tali esseri avrebbero una freccia del tempo psicologica orientata all'indietro. In altri termini, essi ricorderebbero gli eventi del futuro e non del passato. Quando la tazza è rotta, essi ricorderebbero di averla vista integra sul tavolo, ma vedendola sul tavolo non ricorderebbero di averla vista in pezzi sul pavimento.

È piuttosto difficile parlare della memoria umana perché non sappiamo nei particolari in che modo funzioni il cervello. Però sappiamo tutto su come funzionano le memorie dei computer. Esaminerò perciò la freccia del tempo psicologica per i computer. Io penso che sia ragionevole supporre che la freccia del tempo psicologica per i computer sia la stessa che per gli esseri umani. Se così non fosse, si potrebbe fare una strage sul mercato azionario avendo un computer che ricordasse le quotazioni di domani!

Una memoria di un computer è fondamentalmente un dispositivo contenente elementi che possono esistere in uno di due stati diversi. Un esempio semplice è un abaco. Nella sua forma più semplice, esso consiste in un certo numero di bacchette su ciascuna delle quali può scorrere una pallina forata, che può essere messa in una di due posizioni. Prima che un'informazione venga registrata in una memoria di computer, la memoria si trova in uno stato disordinato, con probabilità uguali per ciascuno dei due stati possibili. (Le palline dell'abaco sono distribuite in modo casuale sulle bacchette.) Dopo avere interagito col sistema che dev'essere ricordato, la memoria si troverà decisamente nell'uno o nell'altro stato, a seconda dello stato del sistema. (Ogni pallina dell'abaco si troverà o nella parte destra o nella parte sinistra di ogni bacchetta.) La memoria sarà quindi passata da uno stato disordinato a uno stato ordinato. Per essere certi, però, che la memoria si trovi nello stato giusto, è necessario usare una certa quantità di energia (per spostare le palline o per fornire energia al computer, per esempio). Quest'energia viene dissipata sotto forma di calore, e contribuisce ad aumentare la quantità di disordine nell'universo. Si può mostrare che quest'aumento del disordine è sempre maggiore dell'aumento dell'ordine nella memoria stessa. Così, il calore espulso dal ventilatore del computer significa che, quando un computer registra un'informazione nella sua memoria, la quantità totale di disordine nell'universo aumenta ancora. La direzione del tempo in cui un computer ricorda il passato è la stessa in cui aumenta il disordine.

Il nostro senso soggettivo della direzione del tempo, la freccia del tempo psicologica, è perciò determinato nel nostro cervello dalla freccia del tempo termodinamica. Esattamente come un computer, anche noi dobbiamo ricordare le cose nell'ordine in cui aumenta l'entropia. Questo fatto rende la seconda legge della termodinamica quasi banale. Il disordine aumenta col tempo perché noi misuriamo il tempo nella direzione in cui il disordine aumenta. Non c'è una cosa di cui possiamo essere più sicuri di questa!

Ma per quale ragione deve esistere la freccia del tempo termodinamica? O, in altri termini, perché l'universo dovrebbe essere in uno stato di grande ordine a un estremo del tempo, l'estremo che chiamiamo passato? Perché non si trova sempre in uno stato di completo disordine? Dopo tutto, questa cosa potrebbe sembrare più probabile. E perché la direzione del tempo in cui aumenta il disordine e la stessa in cui l'universo si espande?

Nella teoria classica della relatività generale non si può predire in che modo l'universo sia cominciato perché tutte le leggi note della scienza verrebbero meno in presenza della "singolarità" del Big Bang. L'universo potrebbe avere avuto inizio in un modo molto omogeneo e ordinato. Questo fatto avrebbe condotto a frecce del tempo termodinamica e cosmologica ben definite, come quelle che osserviamo. Esso avrebbe però potuto avere origine altrettanto bene in uno stato molto grumoso e disordinato. In questo caso l'universo si sarebbe trovato già in uno stato di completo disordine, cosicché il disordine non avrebbe potuto aumentare col tempo. Esso sarebbe stato destinato o a restare costante, nel qual caso non ci sarebbe stata una freccia del tempo

termodinamica ben definita, o a diminuire, nel qual caso la freccia del tempo termodinamica avrebbe puntato nella direzione opposta a quella della freccia cosmologica. Nessuna di queste due possibilità e in accordo con ciò che osserviamo. Ma la teoria classica della relatività generale predice il suo stesso venir meno. Quando ci si avvicina alla singolarità del Big Bang, gli effetti gravitazionali quantistici diventeranno importanti e la teoria classica cesserà di essere una buona descrizione dell'universo. Si deve usare una teoria quantistica della gravità per capire in che modo abbia avuto inizio l'universo.

In una teoria quantistica della gravità per specificare lo stato dell'universo si dovrebbe ancora dire in che modo le possibili storie dell'universo si comporterebbero all'estremo confine dello spazio-tempo in passato. Si potrebbe evitare questa difficoltà di dover descrivere quel che non sappiamo e non possiamo sapere solo se le storie soddisfano la condizione dell'inesistenza di ogni confine: se hanno un'estensione finita, ma non hanno confini, margini o singolarità. In questo caso l'inizio del mondo sarebbe un punto regolare, omogeneo, dello spazio-tempo e l'universo avrebbe cominciato la sua espansione in un modo molto regolare e ordinato. Esso non potrebbe essere stato completamente uniforme, poiché in tal caso avrebbe violato il principio di indeterminazione della teoria quantistica. Dovettero esserci piccole fluttuazioni nella densità e nelle velocità delle particelle. La condizione dell'assenza di confine implicava però che queste fluttuazioni fossero il più possibile piccole, in accordo col principio di indeterminazione di Heisenberg.

L'universo avrebbe avuto inizio con un periodo di espansione esponenziale o "inflazionaria" in cui le sue dimensioni sarebbero aumentate di un fattore molto grande. Nel corso di tale espansione le fluttuazioni di densità sarebbero rimaste dapprima piccole, ma in seguito avrebbero cominciato a crescere. Nelle regioni in cui la densità era leggermente maggiore della media si sarebbe avuto un rallentamento dell'espansione per opera dell'attrazione gravitazionale della massa extra. Infine,- tali regioni avrebbero cessato di espandersi e si sarebbero contratte a formare galassie, stelle ed esseri come noi. L'universo sarebbe iniziato in uno stato omogeneo e ordinato e sarebbe diventato grumoso e disordinato al passare del tempo. Ciò spiegherebbe l'esistenza della freccia del tempo termodinamica.

Ma che cosa accadrebbe se l'universo cessasse di espandersi e cominciasse a contrarsi? La freccia del tempo termodinamica si rovescerebbe e il disordine comincerebbe a diminuire col tempo? Questo fatto condurrebbe a ogni sorta di possibilità fantascientifiche per coloro che fossero riusciti a sopravvivere dalla fase di espansione a quella di contrazione. Quei nostri lontani pronipoti vedrebbero i cocci di tazze ridotte in frammenti ricomporsi in tazze integre, e vedrebbero queste volare dal pavimento sul tavolo? Sarebbero in grado di ricordare le quotazioni di domani e guadagnare una fortuna sul mercato azionario? Potrebbe sembrare un po' accademico preoccuparsi di che cosa accadrebbe se l'universo tornasse a contrarsi, giacché questa contrazione non avrà inizio in ogni caso se non fra altri dieci miliardi di anni almeno. C'è però un modo più rapido per sapere che cosa accadrebbe: saltare in un buco nero. Il collasso di una stella a formare un buco nero è molto simile alle ultime fasi del collasso dell'intero universo. Se nella fase di contrazione dell'universo il disordine dovesse diminuire, potremmo quindi attenderci che esso diminuisca anche all'interno di un buco nero. Così, un astronauta che cadesse in un buco nero sarebbe forse in grado di vincere alla roulette ricordando in quale scomparto si trovava la pallina prima della sua puntata. (Purtroppo, però, non potrebbe giocare a lungo prima di essere trasformato in una fettuccina. Né sarebbe in grado di fornirci informazioni sull'inversione della freccia del tempo termodinamica, o neppure di versare in banca i suoi guadagni, giacché sarebbe intrappolato dietro l'orizzonte degli eventi del buco nero.)

In principio credevo che nella fase di collasso dell'universo il disordine sarebbe diminuito. Questo perché pensavo che nel corso della contrazione l'universo dovesse torna re a uno stato omogeneo e

ordinato. Ciò avrebbe significato che la fase di contrazione sarebbe stata simile all'inversione temporale della fase di espansione. Le persone nella fase di contrazione avrebbero vissuto la loro vita a ritroso: sarebbero morte prima di nascere e sarebbero diventate più giovani al procedere della contrazione dell'universo.

Quest'idea è attraente perché comporterebbe una bella simmetria fra le fasi di espansione e di contrazione. Non è però possibile adottarla a se, indipendentemente da altre idee sull'universo. La domanda è: essa è implicita nella condizione che l'universo sia illimitato o è in contraddizione con tale condizione? In principio pensavo che la condizione che l'universo non avesse alcun limite implicasse effettivamente che nella fase di contrazione il disordine sarebbe diminuito. Fui sviato in parte dall'analogia con la superficie terrestre. Se si supponeva che l'inizio dell'universo corrispondesse al Polo Nord, la fine dell'universo doveva essere simile al principio, esattamente come il Polo Sud è simile al Polo Nord. I poli Nord e Sud corrispondono però all'inizio e alla fine dell'universo nel tempo immaginario. L'inizio e la fine nel tempo reale possono essere molto diversi l'uno dall'altro. Fui tratto in inganno anche da una ricerca che avevo fatto su un modello semplice dell'universo in cui la fase di contrazione assomigliava all'inversione del tempo della fase di espansione. Un mio collega, Don Page, della Penn State University, sottolineò però che la condizione dell'assenza di ogni confine non richiedeva che la fase di contrazione dovesse essere necessariamente l'inversione temporale della fase di espansione. Inoltre un mio allievo, Raymond Laflamme, trovò che, in un modello leggermente più complicato, il collasso dell'universo era molto diverso dall'espansione. Mi resi conto di aver commesso un errore: la condizione dell'assenza di ogni limite implicava che il disordine sarebbe in effetti continuato ad aumentare anche durante la contrazione. Le frecce del tempo termodinamica e psicologica non si sarebbero rovesciate quando l'universo avesse cominciato a contrarsi, e neppure all'interno dei buchi neri.

Che cosa si deve fare quando si scopre di aver commesso un errore come questo? Alcuni non ammettono mai di avere sbagliato e continuano a trovare argomenti nuovi, a volte contraddittori fra loro, per sostenere la loro causa, come fece Eddington nella sua opposizione alla teoria dei buchi neri. Altri affermano di non avere mai sostenuto realmente la teoria sbagliata o, se lo hanno fatto, pretendono di averlo fatto solo per dimostrare che era contraddittoria. A me pare molto meglio e molto più chiaro ammettere in una pubblicazione di avere sbagliato. Un buon esempio in proposito fu quello di Einstein, che definì la costante cosmologica, da lui introdotta nel tentativo di costruire un modello statico dell'universo, l'errore più grave di tutta la sua vita.

Per tornare alla freccia del tempo, rimane l'interrogativo: perché osserviamo che le frecce termodinamica e cosmologica puntano nella stessa direzione? O, in altri termini, perché il disordine aumenta nella stessa direzione del tempo in cui si espande l'universo? Se si crede che l'universo passi prima per una fase di espansione per tornare poi a contrarsi, come sembra implicare la proposta dell'inesistenza di confini, la domanda si trasforma nell'altra del perché dovremmo trovarci nella fase di espansione e non in quella della contrazione.

Si può rispondere a questa domanda sulla base del "principio antropico debole". Le condizioni nella fase di contrazione non sarebbero idonee all'esistenza di esseri intelligenti in grado di porsi la domanda: perché il disordine cresce nella stessa direzione del tempo in cui si sta espandendo l'universo? L'inflazione nel primissimo periodo di esistenza dell'universo, predetta dalla condizione dell'inesistenza di alcun confine, significa che l'universo deve espandersi con una velocità molto vicina al valore critico in corrispondenza del quale riuscirebbe a evitare di strettissima misura il collasso, e quindi che non invertirà comunque la direzione del suo movimento per moltissimo tempo. A quell'epoca tutte le stelle avranno esaurito il loro combustibile, e i protoni e i neutroni in esse contenuti saranno probabilmente decaduti in particelle di luce e radiazione. L'universo si troverebbe allora in uno stato di disordine quasi completo. Non ci sarebbe una freccia del tempo

termodinamica forte. Il disordine non potrebbe aumentare di molto perché l'universo sarebbe già in uno stato di disordine quasi completo. Una freccia del tempo termodinamica forte è però necessaria per l'operare della vita intelligente. Per sopravvivere, gli esseri umani devono consumare cibo, che è una forma ordinata di energia, e convertirlo in calore, che è una forma di energia disordinata. Perciò nella fase di contrazione dell'universo non potrebbero esistere forme di vita intelligente. Questa è la spiegazione del perché osserviamo che le frecce del tempo termodinamica e cosmologica sono puntate nella stessa direzione. Non che l'espansione dell'universo causi un aumento del disordine. A causare l'aumento del disordine, e a far sì che le condizioni siano favorevoli alla vita intelligente soltanto nella fase di espansione, è piuttosto la condizione dell'assenza di confini dell'universo.

Per compendiare, le leggi della scienza non distinguono fra le direzioni del tempo in avanti e all'indietro. Ci sono però almeno tre frecce del tempo che distinguono il passato dal futuro. Esse sono la freccia termodinamica: la direzione del tempo in cui aumenta il disordine; la freccia psicologica: la direzione del tempo in cui ricordiamo il passato e non il futuro; e la freccia cosmologica: la direzione del tempo in cui l'universo si espande anziché contrarsi. Ho mostrato che la freccia psicologica è essenzialmente identica con la freccia termodinamica, cosicché le due puntano sempre nella stessa direzione. La proposta dell'assenza di un confine per l'universo predice l'esistenza di una freccia del tempo termodinamica ben definita perché l'universo deve cominciare in uno stato omogeneo e ordinato. È la ragione per cui noi vediamo questa freccia termodinamica accordarsi con la freccia cosmologica e che forme di vita intelligente possono esistere soltanto nella fase dell'espansione. La fase della contrazione non sarà adatta perché non ha una freccia del tempo termodinamica forte.

Il progresso del genere umano nella comprensione dell'universo ha stabilito un cantuccio d'ordine in un universo sempre più disordinato..."

A9. Il tempo secondo Carlo Rovelli [253]

"Il tempo non esiste"
(Carlo Rovelli)

"*Sino ad ora ho parlato soltanto di spazio; credo sia giunto il momento di parlare del tempo.*
Una decina di anni prima di scoprire la relatività generale, Einstein aveva compreso che lo spazio e il tempo non sono due entità separate, bensì due aspetti della stessa entità: questa scoperta si chiama relatività speciale, o relatività ristretta. Più precisamente, la scoperta di Einstein è la seguente. Noi siamo abituati a pensare che due avvenimenti (l'arrivo di Colombo in America e la morte di John Lennon, per esempio) sono sempre ordinati temporalmente, cioè uno accade prima e uno accade dopo. Nello stesso modo, siamo abituati a pensare che il tempo sia una cosa universale, per cui ha senso chiedere che cosa stia accadendo proprio adesso, in qualunque parte dell'Universo. Invece Einstein ha capito che questo non è vero.
Il modo più vivido permettere in luce questa relatività del tempo è il cosiddetto paradosso dei gemelli. Due gemelli viaggiano a grande velocità, lontano l'uno dall'altro; quando si ritrovano, hanno età diverse. Si chiama paradosso, ma non è un paradosso, ma semplicemente la conseguenza del modo in cui è costituito il mondo. L'unico aspetto paradossale è che noi non siamo abituati ad osservare questi fenomeni, e quindi ci sembrano strani. Ma è così: sono stati effettuati esperimenti precisi (non con gemelli, ma con orologi uguali molto precisi messi a bordo di aerei veloci), e si è verificato ripetutamente e con molta precisione che il mondo è proprio fatto come Einstein aveva capito: due orologi uguali, quando si rincontrano indicano tempi diversi.
Il punto è che, quando due avvenimenti accadono in posti abbastanza lontani l'uno dall'altro, non ha alcun senso dire quale dei due accade prima. Non ha nessun senso chiedersi cosa stia accadendo proprio adesso, per esempio, sulla galassia di Andromeda. Il motivo è che il tempo non scorre nello stesso modo per tutti. Noi abbiamo il nostro tempo e la galassia di Andromeda ha il suo tempo e, in generale, i due tempi non si possono mettere in relazione.
L'unica cosa che si può fare è scambiarsi dei segnali, che comunque impiegheranno milioni di anni per andare avanti e indietro, tra qui e Andromeda. Immaginate che un extraterrestre ci mandi un segnale da Andromeda, noi riceviamo oggi questo segnale e gli rispondiamo subito. Possiamo dire che il momento in cui l'extraterrestre ha mandato il segnale viene prima di oggi e il momento in cui riceve la risposta viene dopo di oggi: ma fra i milioni di anni che trascorrono da quando l'extraterrestre ci ha mandato un messaggio e il momento in cui ha ricevuto la nostra risposta, non esiste un momento particolare che corrisponda a "proprio oggi" su Andromeda.
Tutto questo significa che non dobbiamo pensare al tempo come se ci fosse un orologione cosmico che scandisce la vita dell'universo. Dobbiamo pensarlo come una cosa locale: ogni oggetto dell'universo ha il suo tempo che scorre. Il modo in cui i tempi di ciascuno si mettono insieme quando gli oggetti s'incontrano o s'inviano segnali può essere descritto con precisione. Per fare questo, nella descrizione matematica del mondo, non si parla più di "spazio" e "tempo", ma di un insieme dei due che si chiama "spaziotempo".
Ora, tutto questo lo sappiamo da un secolo (più precisamente, a oggi, maggio 2010, lo sappiamo da 105 anni, visto che il lavoro di Einstein in cui ha chiarito tutto ciò è stato pubblicato nel 1905). Non deve stupire il fatto che una cosa che si sa da un secolo non sia ancora diventata conoscenza

[253] Carlo Rovelli. *Che cos'è il tempo? Che cos'è lo spazio?* Di Renzo Editore, Roma, 2004, ISBN 978-88-32-3290-9, pp. 42-49

comune di tutti: è successo lo stesso per molte grandi rivoluzioni concettuali, come la rivoluzione copernicana. Molta gente era convinta che fosse il Sole a girare attorno alla Terra, e non il contrario, anche parecchio tempo dopo la scoperta di Copernico. D'altra parte, la ricerca del sapere va avanti e non aspetta che ad ogni passo seguano tutti da presso.
Ora, la novità che viene dalla gravità quantistica è che lo spazio non esiste. Esiste solo il campo gravitazionale, che, come ho raccontato, è fatto di probabilità di quanti di spazio collegati in reti. Mettendo insieme le due idee, la non esistenza dello spazio implica anche la non esistenza del tempo.
Il tempo non esiste. E' necessario imparare a pensare il mondo in termini non temporali, sebbene questo risulti difficile, sul piano dell'intuizione, perché siamo abituati a pensare il tempo come una cosa a sé stante, che scorre.
Ma cosa significa che il tempo non esiste?
In tutte, o quasi tutte, le equazioni della fisica classica compare il tempo. E la variabile che si indica con la lettera "t". Le equazioni ci dicono come cambiano nel tempo le cose e ci permettono di predire ciò che succederà in un tempo futuro, se sappiamo ciò che è successo in un tempo passato. Più precisamente, noi misuriamo delle variabili, per esempio la posizione A di un oggetto, l'ampiezza B di un pendolo che oscilla, la temperatura C di un corpo, eccetera, e le equazioni ci dicono come queste variabili A, B, C cambiano nel tempo. Cioè ci predicono le funzioni A(t), B(t), C(t), e così via, che descrivono il cambiamento di queste variabili nel tempo "t".
E stato Galileo Galilei il primo a capire che il moto degli oggetti sulla terra poteva essere descritto da equazioni per le funzioni del tempo A(t), B(t), C(t), e a scrivere le prime equazioni che queste funzioni dovevano soddisfare.
La prima legge fisica terrestre trovata da Galileo, per esempio, descrive come cade un oggetto che scorre lungo un piano inclinato.
Per scoprire e poi verificare questa legge, Galileo aveva bisogno di due misure. Doveva misurare la posizione dell'oggetto lungo il piano inclinato e il tempo "t". Aveva quindi bisogno di uno strumento che misurasse il tempo. Cioè aveva bisogno di un orologio.
Nel periodo in cui visse Galileo, di orologi precisi non ce n'erano; ma Galileo stesso, da giovane, aveva trovato una chiave per costruire orologi precisi. Aveva scoperto che le oscillazioni di un pendolo hanno tutte la stessa durata. Quindi, si poteva misurare il tempo semplicemente contando le oscillazioni di un pendolo. Sembra un'idea ovvia, ma c'è voluto Galileo per trovarla; prima non ci aveva pensato nessuno: la scienza è così.
Però le cose non sono proprio così semplici. Secondo la leggenda, Galileo ebbe questa intuizione nella meravigliosa cattedrale di Pisa, osservando le lente oscillazioni di un gigantesco candelabro, ancora oggi appeso nella cattedrale (la storia è fasulla, perché il candelabro fu appeso molti anni dopo la scoperta di Galileo, ma è una bella storia). Lo scienziato osservava le oscillazioni del lampadario durante una funzione religiosa, da cui evidentemente non era molto preso, e si misurava i battiti del polso. Emozionato, scopre che vi era lo stesso numero di battiti durante ogni oscillazione. Ne deduce che le oscillazioni duravano tutte lo stesso tempo.
Ora la storia è bella, ma a una riflessione più attenta lascia perplessi e questa perplessità costituisce il cuore del problema del tempo. La perplessità è la seguente: come faceva Galileo a sapere che i suoi battiti duravano tutti lo stesso tempo? Non molti anni dopo Galileo, i medici hanno cominciato a misurare i battiti del polso dei loro pazienti utilizzando un orologio, che non è altro che un pendolo. Allora usiamo i battiti per assicurarci che il pendolo sia regolare e poi il pendolo per assicurarci che i battiti siano regolari. Non è un circolo vizioso? Che significa?
Significa che noi non misuriamo mai il tempo in sé, misuriamo sempre delle variabili fisiche A, B, C ... (oscillazioni, battiti, e molte altre), e confrontiamo sempre una variabile con l'altra, cioè

misuriamo le funzioni A(B), B(q,C(A) ... e così via. E utile tuttavia immaginare che esista variabile "t", il ''vero tempo", che non possiamo mai misurare, ma che soggiace a tutto. Scriviamo tutte le equazioni per le variabili fisiche rispetto a questo inosservabile "t", equazioni che ci dicono come cambiano le cose in "t" (quanto tempo prende ogni oscillazione e quanto tempo prende ogni battito del cuore). Da questo possiamo calcolare come cambiano le variabili l'una con l'altra (quanti battiti in un'oscillazione), e possiamo confrontare questa previsione con quello che osserviamo nel mondo. Se le previsioni sono giuste, ne deduciamo che tutto questo schema complicato sia buono, e in particolare che sia utile usare la variabile tempo "t",anche se non possiamo mai misurarla direttamente. In altre parole, l'esistenza della variabile tempo è un'assunzione, più che il risultato di un'osservazione.

Newton ha capito che questa era la cosa giusta da fare, e ha chiarito e messo in piedi questo schema. Newton sostiene esplicitamente che il "vero" tempo "t" non lo possiamo misurare, ma che se assumiamo che esiste, abbiamo la possibilità di costruire un efficacissimo schema per comprendere e descrivere la natura.

E finalmente veniamo ad oggi, alla gravità quantistica, e al significato della asserzione "il tempo non esiste" che ho enunciato prima. Il significato di questa asserzione è semplicemente che questo schema newtoniano non funziona più, quando ci occupiamo di cose molto piccole. Era uno schema buono, ma solo per fenomeni macroscopici.

Se vogliamo capire il mondo più in generale, se vogliamo capirlo anche in regimi a noi meno familiari, dobbiamo rinunciare a questo schema, perché non funziona più. In particolare, l'idea di un tempo "t" che scorre da sé, e rispetto a cui tutto il resto evolve, non è più un'idea efficace. Il mondo non è descritto da equazioni di evoluzione nel tempo "t".

Quello che dobbiamo fare è limitarci a elencare le variabili A, B, C ... che effettivamente osserviamo, e scrivere relazioni fra queste variabili, cioè equazioni per le funzioni A(B), B(C), C(A) ... che osserviamo, e non per le funzioni A(t), B(t), C(t), che non osserviamo. Nell'esempio, avremo non il polso e il pendolo che evolvono entrambi nel tempo, ma solo equazioni che ci dicono come l'uno e l'altro possono evolvere l'uno rispetto all'altro. Quali valori dell'uno siano compatibili con quali valori dell'altro.

Si tratta di un cambiamento semplice, ma da un punto di vista concettuale, il salto è gigantesco. Dobbiamo imparare a pensare il mondo non come qualcosa che cambia nel tempo, ma in qualche altro modo. A livello fondamentale il tempo non c'è. Questa impressione del tempo che scorre è solo un'approssimazione che ha valore solo per le nostre scale macroscopiche, deriva solo dal fatto che osserviamo il mondo solo in modo grossolano".