

**Autori: Avena Matteo, Corte Riccardo.**

## SINCRONIZZAZIONE DEL TEMPO TRA FISICA E INGEGNERIA DI PRECISIONE

Scopo del contributo era mettere in contatto il mondo della **Fisica** col mondo **dell'orologeria elettromeccanica** di precisione, sia dal punto di vista **teorico**, attraverso l'impatto di teorie come la Relatività Generale e la Meccanica Statistica sul concetto di tempo (prima parte), sia da un punto di vista **pratico-sperimentale**, attraverso il ruolo dell'astronomia e dell'implementazione tecnologica (seconda e terza parte) nel processo della sua determinazione, con l'intento di mettere in contatto gli addetti ai lavori e avvicinare i non-addetti a questi temi. Da qui la scelta di rendere più semplice e comprensibile possibile, senza banalizzare, il contenuto.

Per introdurre la teoria si è deciso, prendendo spunto dalle riflessioni di Giuseppe Longo, di partire da concetti più familiari come la tripartizione del **tempo psicologico** in passato, presente e futuro e i ritmi biologici, utili sia a chiarificare la definizione di **tempo fisico** (basata sul comportamento periodico di sistemi) che a sottolineare quanto la concezione di tempo nella Fisica Classica (un parametro atto a descrivere l'evoluzione delle altre grandezze fisiche) sia intuitivamente vicina alla nostra interazione con la realtà (in particolare al concetto di "misura del movimento" di Aristotele) ma al contempo diversa dalla nostra percezione. Si è poi affrontato, partendo dalle note di Giuseppe Giuliani, il tema della dipendenza dell'intervallo di tempo dallo stato del sistema di riferimento nella teoria della Relatività e della conseguente **impossibilità nel definire a rigore un tempo assoluto**. Tale rimane tuttavia la direzione d'evoluzione dei sistemi macroscopici per grandi tempi (Termodinamica), strettamente legata alla probabilità di ottenere macrostati del sistema dai microstati ad esso corrispondenti (Meccanica Statistica). È stata solo sfiorata e notevolmente semplificata, per la sua sottigliezza e tecnicità, la questione sulla causa profonda della **direzione del tempo**: Carlo Rovelli osserva che, sotto opportune ipotesi, la direzione preferenziale dei processi per alcuni sottoinsiemi può emergere da un generico microstato dell'universo termodinamico, senza la necessità di ipotizzare, come talvolta accade quando si considera l'Universo, un microstato iniziale poco probabile. Sono stati infine introdotti i concetti di **simultaneità** tra eventi e **sincronizzazione** a distanza degli orologi, mettendo in risalto come le informazioni viaggino a velocità finita tra punti diversi dello spazio-tempo. Ciò ha permesso, usando spunti dagli scritti di Peter Galison, Gabriele Balbi e Maria Rikitienskaia, da una parte di mettere in relazione la genesi della Relatività con le necessità ingegneristiche dell'orologeria e dall'altra di rendere plausibile la costruzione di un tempo universale.

Per la seconda e terza parte si è optato per presentare un percorso nella storia moderna dove le tappe mettersero in risalto il ruolo dell'Astrofisica e dell'Ingegneria di precisione nel processo di **determinazione, conservazione e trasmissione del tempo** universale. A metà del Settecento la necessità di migliorare la precisione degli orologi a pendolo meccanici anche in condizioni instabili, come nel caso dei cronografi sulle navi, ha spinto John Harrison a inventare sistemi di disaccoppiamento dell'oscillazione del pendolo dalle forze inerziali (attraverso bilancieri), un miglioramento ingegneristico che ha permesso una maggior precisione nelle **misure di longitudine** basate sul confronto tra le ore locali di un luogo di riferimento e del luogo imputato alla misura. L'Astronomia e l'Astrofisica entrano in gioco proprio per il ruolo cruciale degli osservatori astronomici, come quello di Trieste, sia nella determinazione del tempo (attraverso l'osservazione di fenomeni astronomici periodici) che, storicamente, nella trasmissione locale dell'ora tramite **segnali visivi** (time-ball) o **sonori** (colpo di cannone), resi obsoleti durante l'inizio del Novecento con la diffusione della tecnologia radio-telegrafica. A seconda che il fenomeno astronomico osservato fosse la posizione della Terra rispetto al Sole o alle stelle fisse si parla di **secondo solare o di secondo siderale**, che sono diversi a causa del moto di rivoluzione della Terra attorno al Sole. Alla fine dell'Ottocento Sigmund **Riefler** inventò un sistema di scappamento (tutt'ora all'apice dell'orologeria meccanica di precisione) in cui l'oscillazione del pendolo e la rotazione della ruota di **scappamento** vengono accoppiati non più in modo rigido ma attraverso una **molla**,

consentendo di convertire parte dell'energia, altrimenti persa dal sistema a causa degli attriti e dei rinculi meccanici, in energia elastica, utile ad alimentare parzialmente l'oscillazione stessa. Nello stesso periodo si diffusero in Europa sistemi di **distribuzione elettrica dell'ora** in cui un orologio regolatore, a ricarica automatica tramite motore elettrico, sincronizza quasi istantaneamente una rete di orologi ricevitori. In Italia dagli anni '20 del Novecento l'azienda **F.lli Solari** si inserì con successo nella transizione dall'orologeria meccanica all'orologeria elettro-meccanica, collaborando strettamente con le Ferrovie dello Stato.

## SITOGRAFIA

GALISON PETER, "Einstein's Clocks: The Place of Time" in *Critical Inquiry* 26, no. 2 (2000): 355–89, <http://www.jstor.org/stable/1344127>

LONGO GIUSEPPE, "Confusing biological rhythms and physical clocks - Today's ecological relevance of Bergson-Einstein debate on time in *What is time?*", <https://www.di.ens.fr/users/longo/files/TwinsVScloks.pdf>

ROVELLI CARLO, "Is Time's Arrow perspectival?", [arXiv:1505.01125v2](https://arxiv.org/abs/1505.01125v2) [physics.hist-ph]

GIULIANI GIUSEPPE, "Alcune note su tempo, orologi e relatività", [https://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/note\\_tempo.pdf](https://fisica.unipv.it/percorsi/pdf/note_tempo.pdf)

BALBI GABRIELE, RIKITIANSKAIA MARIA, "What time is it? History and typology of time signals from the telegraph to the digital", <https://ijoc.org/index.php/ijoc/article/view/14132/3396>

Il Post, "John Harrison e il calcolo della longitudine", <https://www.ilpost.it/2018/04/03/john-harrison/>

GIANLUIGI FILIPPELLI, "John Harrison, il tempo e la longitudine", EduINAF <https://edu.inaf.it/approfondimenti/personaggi/john-harrison-il-tempo-e-la-longitudine/>

CARLO G. CROCE, "Appunti sulla teoria e sulla pratica (#19), su pendoli e maree", The Home of Antique Clocks <https://www.clockmaker.it/unpoditeo19.htm>

Admin, "Istituto il meridiano di Greenwich, gli orologi del mondo si sincronizzano", Felicità Pubblica <https://www.felicita pubblica.it/2017/10/13/istituto-il-meridiano-di-greenwich-gli-orologi-del-mondo-si-sincronizzano/>

Royal Museums Greenwich, "The Greenwich time ball and one time for all" <https://www.rmg.co.uk/stories/topics/greenwich-time-ball-one-time-all>

Difesa Online, "10 maggio 1913: Le RT regolano l'ora con la torre Eiffel" <https://www.difesaonline.it/news-forze-armate/storia/10-maggio-1913-le-rt-regolano-lora-con-la-torre-eiffel>

LUIGI LAVIA, "Radiofonia in Francia" <https://www.aireradio.org/articolipop/articoli/img/RDF-FR.pdf>

ERNESTO TOSI, "La registrazione delle manovre degli apparecchi di segnalamento e di blocco" in *La tecnica professionale* (1940)

+ENTUSIASTA X OROLOGIKO, "L'orologio del ferroviere". <http://www.ologiko.it/utenti/entusiasta/Orologioferroviere.pdf>

Documenti in allegato – Pendolo Riefler

Documenti in allegato – L'impianto degli orologi elettrici nella nuova stazione di Firenze