

# **IL CAMPO ROTANTE TODESCHINI. LE TRAIETTORIE APPARENTI E REALI DELLE SFERE PLANETARIE. LA GRAVITAZIONE COME ATTRAZIONE FLUIDO DINAMICA DEI CAMPI ROTANTI TODESCHINI.**

MASSIMO TINAZZI

Liceo Scientifico Statale "G. Fracastoro", via Moschini 11, 37129 Verona

Email: ploppete@tiscali.it

## **1. Introduzione**

Nell'indagine storica sullo sviluppo della scienza fisica e astronomica ci si imbatte talvolta in personaggi che hanno elaborato teorie o modelli fisico-matematici descrittivi del modo fisico che vengono considerati "eretici" o quanto meno non ortodossi. Alle volte si tratta di intuizioni interessanti che hanno poi un seguito, altre volte tali teorie si estinguono perché si rivelano inconsistenti.

Un caso particolare è probabilmente rappresentato da Marco Todeschini (Valsecca di Bergamo 25 aprile 1899 - 13 ottobre 1988), un personaggio che si inserì perfettamente con i suoi lavori nella cornice storica delle idee filosofiche che si agitavano negli anni precedenti alla seconda guerra mondiale.

Todeschini era un ingegnere dalla vasta preparazione, per certi versi un dotto secondo schemi propri dei secoli precedenti, che aveva acquisito conoscenze e competenze in diversi ambiti, anche molto lontani dai suoi studi professionali, come la biofisica. Aveva ricoperto cariche di una certa importanza nell'ambito tecnico scientifico durante il periodo del regime fascista e aveva lavorato anche al centro Studi ed Esperienze del Genio Militare di Pavia dal 1936.

Il suo lavoro di ricerca era sì scientifico, ma all'interno della corrente finalistica che talora faceva entrare i sussulti di fine '800 con lo spiritismo e la crisi di fiducia che molti ebbero nell'illuminismo, come avvenne all'astronomo Flammarion. Il suo approccio empirista e positivista aveva una profonda matrice di materialismo, volendo Todeschini trovare uno stretto e profondo legame tra la materia dell'universo, cioè l'esistente, con la metafisica, e l'ente creatore.

Todeschini può essere considerato un "cartesiano", secondo il quale "tutti i fenomeni del mondo fisico sono riconducibili ad uno solo: il movimento e l'urto di masse", con riferimento ultimo ai movimenti dello spazio fluido inerziale (o etere). Per certi versi un cartesiano puro, e per questo non riprendeva solo l'interpretazione meccanicistica dei fenomeni naturali in chiave riduzionista. "Perché, se tutti i fenomeni del mondo fisico sono comprensibili in termini di 'etere' (res extensa), esiste anche tutta un'intera realtà spirituale (res cogitans), che egli tenta di 'dimostrare' ed esamina nella sua Psico-bio-fisica. E forse proprio per

questa caratteristica del suo pensiero fu emarginato e riscoperto negli ultimi anni da ambienti parascientifici” (Bartocci U., Macri R.V., 1996).

Todeschini pubblicò diversi lavori nell’ambito fisico tra cui *L’aberrazione cinetica dei raggi catodici* (Pavia, Ed. Ambaglio, 1931), *Revisione delle basi sperimentali e teoriche della fisica moderna* (in Einstein o Todeschini? Qual è la chiave dell’universo?, AA.VV., Bollettino d’Informazioni Scientifiche N. 9, a cura del Movimento Psicobiofisico Internazionale S. Marco, Scuole professionali "T.O.M.", Bergamo, 1955), *L’unificazione qualitativa della materia e dei suoi campi di forze continui ed alterni* (in Atti dell’Ateneo di Scienze Lettere ed Arti di Bergamo, Rendiconti della Classe di Scienze Fisiche, Vol. XXIX, Anni 1955-1956, Tipografia Editrice Secomandi, Bergamo, 1957). La sua opera principale resta invece *La teoria delle apparenze (spazio-dinamica e psico-bio-fisica)* e permette di inquadrare con chiarezza il progetto che aveva elaborato, gli obiettivi che si era posto e i risultati che riteneva di aver raggiunto, ovvero una sorta di nuova rivoluzione copernicana nel modo di affrontare i concetti scientifici. Il ponderoso saggio è del 1949 ma in realtà elaborato negli anni precedenti alla seconda guerra mondiale e quindi già pronto alla fine degli anni trenta in quanto la sua uscita fu rallentata dagli eventi bellici. Una parte consistente viene dedicata ad una revisione fisico matematica della meccanica celeste, quindi alla dinamica del sistema solare, e in generale dei moti nell’universo attraverso la elaborazione del concetto di “campi rotanti”. Questi gli avevano permesso di rivedere anche il concetto di massa e la teoria della gravitazione universale.

Riprendiamo qui alcuni brani tratti dalla prefazione al volume perché possono fornire una luce sul progetto di ricerca che aveva elaborato Todeschini.

“La meta da raggiungere con esso .... [è] ... unificare le varie scienze in una sola con la quale spiegare qualitativamente e quantitativamente tutti i fenomeni: fisici, biologici e psichici che costituiscono i misteri del creato”.

“Necessitava insomma che io rivedessi tutto il pensiero umano dal tempo degli antichi filosofi greci sino ai moderni scienziati ... per eliminare tutte le antitesi che minano da secoli la coerenza che dovrebbe avere la logica del pensiero scientifico ...”

“I miei studi sono caratterizzati specialmente dal fatto che io ho ritenuto impossibile la spiegazione esauriente di qualsiasi fenomeno se non si tiene conto delle relazioni che corrono tra esso e l’essere animato che lo percepisce”.

“Il meccanismo e le leggi relative sono sempre quelli. E’ una visione unitaria grandiosa dell’Universo e della sua meccanica che si svela l’esplicarsi di un concetto basilare in infiniti fenomeni apparentemente diversi”.

“E’ tutto un complesso meraviglioso di scoperte che si affaccia a chiarire il meccanismo e le leggi dell’Universo, sì che all’uomo infine si svelano una serie di fenomeni che sino ad oggi costituivano tanti misteri insondabili, legasti da relazioni empiriche ancor più arcane”.

Come si vede Todeschini recuperava due elementi come perno per ogni suo calcolo e deduzione con cui costruire l'edificio teorico. Già Leucippo infatti rifinì la teoria dei vortici di Anassagora e in seguito Cartesio elaborò complessi modelli meccanicistici per la spiegazione di numerosi fenomeni fisici, che ebbero la virtù di sostituire le sterili speculazioni della scolastica. Sebbene Cartesio avesse accolto la teoria di Copernico che concepiva un sistema di pianeti in movimento attorno al Sole, quando essa fu dichiarata eretica dalla Chiesa, egli decise di non pubblicare il proprio trattato di fisica, *Il Mondo*, che era basato su una teoria dei vortici secondo la quale lo spazio è completamente riempito di materia turbinante attorno al Sole e i pianeti generavano con la loro rotazione dei vortici che mettevano in movimento la materia fluida circostante fino alle parti più lontane e così la rotazione del Sole trascinava i pianeti a ruotare intorno ad esso e i pianeti trascinavano i satelliti.



**Fig. 1 – A sinistra Isaac Newton, al centro Marco Todeschini, a destra René Descartes.**

La teoria dei vortici ebbe larga diffusione e sostenitori autorevoli, come l'olandese Christian Huygens (1629-1695), e rappresentò anche uno dei maggiori ostacoli per la diffusione della teoria gravitazionale di Newton, tanto che quest'ultimo dedicò l'intero secondo libro dei *Principi matematici* della filosofia naturale alla confutazione della teoria cartesiana.

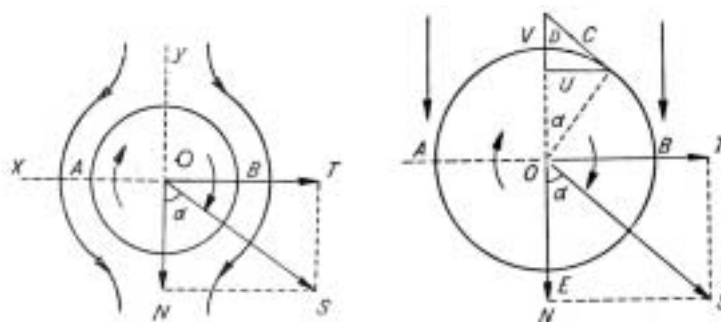
Anche il marchese Giovanni Poleni con uno dei suoi principali lavori *De vorticibus coelestibus* (Padova, 1712) riprese questa teoria.

Secondo Todeschini “disgraziatamente l'idea di Cartesio venne oscurata dall'astro di Newton, ed il silenzio cadde su questo interessantissimo argomento sino ai nostri giorni, cioè finché il Belot nel 1911, riprendendo l'ipotesi dei vortici propose una legge delle rotazioni, basata su due termini additivi del periodo, uno dei quali relativo ad un nocciolo centrale e l'altro alla materia esterna”.

## 2. Costruzione della spazio dinamica e dei campi rotanti

Entrando nel merito vediamo ora alcuni accenni della elaborazione fisico matematica sviluppata da Todeschini, in modo da metterne in luce alcuni limiti.

Per analizzare la generazione di un campo rotante viene proposto uno spazio riempito di un fluido in quiete di densità  $\rho$  con immersa una sfera di raggio  $r$ . Se facciamo ruotare la sfera attorno ad un asse essa induce il fluido a ruotare con essa per attrito. Se consideriamo il moto del fluido circa costante su spessori limitati  $\Delta r$  detti "falde" esse sono sferiche e concentriche e si comportano come se i suoi componenti fossero vincolati e quindi trascinati (cioè come se fosse una superficie della falda fosse solida). L'ultima falda viene detta sponda del moto.



**Fig. 2 – A sinistra: sfera rotante immersa in una corrente rettilinea; a destra: fenomeno Magnus.**

Già qui si pongono almeno due problemi. Non viene specificata la causa del moto della sfera generatrice attorno al suo asse, non si specifica quale deve essere lo spessore della falda, oltre alla eccessiva semplificazione di considerare solida la superficie di una falda.

Conoscendo le velocità di rotazione di ogni falda in funzione di  $R$  si può determinare la legge di trasmissione della forza motrice nel campo.

Immaginiamo che per effetto della rotazione di una grande sfera  $S$  centrale (il Sole), lo spazio fluido attorno ad essa sia indotta a ruotare, per falde sferiche concentriche successive con velocità  $V_1$  decrescenti inversamente al raggio  $R$  secondo la legge delle aree

$$V_1 = H_1/R \quad (1)$$

Si è così generato un campo rotante Todeschini fino alla falda di sponda (ultima falda). In questo caso nulla viene detto circa la composizione e densità del mezzo

in cui è immerso il Sole, per capire se esso possa essere trascinato efficacemente a distanze dell'ordine di diverse U.A.

L'elaborazione del modello ipotizza di immergere ad una distanza R dal centro del campo O una seconda sfera P più piccola di quella centrale, detta "sfera planetaria" (di raggio r e massa m) in modo che essa sia posta tra due falde: essa dovrà muoversi, per effetto Magnus<sup>1</sup>, con velocità V<sub>p</sub> che verrà definita in funzione di R con l'equilibrio dei momenti delle forze applicate ad essa a causa del moto differenziale delle due falde tangenti al bordo del corpo P. Le pressioni dinamiche in due punti diversi del campo rotante producono forze del tipo

$$F=KH/R^2 \quad (2)$$

con  $H=A \rho V_1 R/2$ , dove A è l'area su cui il fluido esercita la sua forza,  $\rho$  l'unità di massa dello spazio fluido e V<sub>1</sub> la velocità di rivoluzione della sfera planetaria.



**Fig. 3 – A sinistra: effetto Magnus. Le frecce indicano la direzione della corrente e all'interno di essa un cilindro, in sezione, messo in rotazione. A destra: campo rotante Todeschini con una sfera planetaria in rotorivoluzione attorno ad S.**

La differenza dei momenti deve quindi produrre il momento che tende a far ruotare la sfera attorno al suo asse polare proporzionalmente al momento angolare, cosa che permette di ricavare V<sub>p</sub>

$$V_p^2 = \frac{5AV_1}{2m} \left( \frac{1}{R_1} - \frac{1}{R_2} \right) \quad (3)$$

ma se poniamo  $R_1=h_1 R$  e  $R_2=h_2 R$  con la costante  $h=\rho R V_1 \pi$  otteniamo

$$V_p^2 = \frac{5AV_1}{2mR} \left( \frac{1}{h_1} - \frac{1}{h_2} \right) \quad (4)$$

da cui estraiamo la radice, ricordando che il termine in parentesi è costante poiché dipende dal valore dei raggi entro cui sta la sfera planetaria. Quindi ponendo tutte le costanti uguali a  $K_1$  abbiamo

$$V_p^2 = \frac{K_1}{\sqrt{R}} \quad (5)$$

Allora se si immerge una sfera in un campo rotante Todeschini essa assume velocità  $V_p$  di rotazione che è inversamente proporzionale alla radice quadrata della sua distanza  $R$  dal centro del campo. Per mantenere  $V_p$  occorre che le falde fluide entro cui è compresa abbiano velocità diverse. Per effetto Magnus la reazione alla spinta sarà inclinata di un angolo  $\alpha$ .

A questo punto la rotazione della sfera più piccola dovrebbe però indurre a sua volta un trascinarsi del fluido che dovrebbe avere almeno due effetti: disturbare il modo delle falde che mettono in moto la stessa e creare una perturbazione nelle falde create dalla sfera centrale. Ma tale problematica non viene affrontata.

Una ulteriore novità nella trattazione viene introdotta con una nuova e radicale definizione di massa. La massa  $m$  della sfera planetaria si divide in due componenti, una trasversale  $m_t$  e una longitudinale  $m_l$ .

$$m_t = \frac{m}{\sqrt{\frac{V_p^2 - V^2}{V_p^2}}} \quad m_l = \frac{m}{\frac{V_p^2 - V^2}{V_p^2}} \quad (6)$$

con  $V$  velocità della corrente investitrice. Quindi la forza trasversale e quella longitudinale  $F=Mg$  portano ad un moto che segue una curva a spirale descritta dalla

$$R\Theta^2 = 2/\sin^2\alpha \quad (7)$$

*Allora le linee di forza di una sfera immersa in un campo rotante centro-mosso sono delle spirali Todeschini che hanno per polo il centro del campo e sviluppandosi attorno ad esso passano per la sfera planetaria immersa nel campo.*

Tenendo conto delle forze normale e centripeta si ottengono le accelerazioni longitudinale e trasversale del pianeta

$$a_l = K_l / R^{5/2} \qquad a_t = -K_t / R^2 \qquad (8)$$

quindi una sfera immersa in un campo rotante Todeschini è soggetta ad una spinta  $F_t$  ed alla relativa accelerazione  $A_t$  entrambe dirette verso il centro del campo ed inversamente proporzionali al quadrato delle distanze dal centro stesso, ed altresì è soggetta ad una spinta  $F_l$ , od alla relativa accelerazione  $a_l$ , normali al raggio ed inversamente proporzionali alla radice quadrata della quinta potenza della distanza della sfera planetaria dal centro del campo.

Si nota che le formule di  $F$  ed  $a$  sono quelle che descrivono il moto di rivoluzione dei pianeti, che secondo l'autore non sono spiegabili ammettendo una sola forza centrale di attrazione. Quindi i pianeti sono soggetti a forze centripete e tangenziali, cosa che permette di evitare uno spazio in cui vi è il vuoto privo di attrito e permette di evitare anche un impulso iniziale di avvio. Tali forze tangenziali sono naturalmente ignorate nei modelli astronomici tradizionali. Resta inoltre da stabilire chi avvia la rotazione della sfera centrale mossa forse a sua volta da un'altra corrente fluida generata da un corpo più grande o dal centro della Galassia. E così via salendo a scale sempre maggiori. Fino a quali dimensioni? E non viene detto perché l'autore trovi necessario evitare che lo spazio interplanetario sia vuoto, se non per rendere credibile il suo modello. Non va infine tralasciata la rivisitazione completamente nuova del concetto di massa, che evidentemente non è più considerata una caratteristica intrinseca della materia, ma dipendente dalla velocità del fluido che investe tale massa. La massa di un corpo cosmico dipenderà quindi dalla velocità di rotazione di un altro corpo cosmico, che se variabile nel tempo dovrebbe produrre una variabilità di massa degli oggetti vicini. Diventa allora coerente la sua formulazione quando ricava anche la 3<sup>a</sup> legge di Keplero partendo però dalla affermazione che la massa planetaria non è una proprietà del corpo indipendente dallo spazio fluido in cui si muove ma dipende dalla densità  $\rho$  del mezzo, dalla velocità relativa, dal numero di atomi costituenti e dalla superficie della sezione massima

$$m = K \rho \pi r^2 V_r t \qquad (9)$$

con  $K$  coefficiente che dipende dalla forma e dalla rugosità del corpo e  $V_r$  la velocità relativa tra il fluido e il corpo immerso,  $\rho$  la densità del fluido e  $V_r t$  lo spazio relativo percorso rispetto al fluido ambiente. Peccato che tali relazioni tra la massa e l'“ambiente” non abbiano fino ad oggi trovato alcuna convalida. Si può poi ricavare il periodo di rivoluzione

$$T = K_t R^{3/2} \quad (10)$$

che indica che una sfera planetaria in un campo rotante Todeschini ha un periodo T di rivoluzione intorno al centro del campo proporzionale alla radice quadrata del cubo della distanza R dal centro del campo.

In tal modo si pone in contrasto con le idee di Newton secondo il quale in un fluido le particelle seguono orbite circolari con un moto di periodo proporzionale ad  $R^2$  seguendo la 2<sup>a</sup> legge di Keplero e non la 3<sup>a</sup>.

Note infine le accelerazioni e il periodo T si possono ricavare

$$V_l = H_l/R \quad e \quad V_t = -H_t/R^{1/2} \quad (11)$$

da cui si può dire che “immersa una sfera planetaria in un campo rotante Todeschini, essa assume velocità istantanee  $V_l$  di rivoluzione inversamente proporzionale ad R dal centro del campo e istantanea centripeta  $V_t$  inversamente alla radice quadrata di R”. La prima richiama la legge delle aree e secondo Todeschini indica che anche nei fluidi si verificano la 2<sup>a</sup> e 3<sup>a</sup> legge di Keplero. In un colpo solo riesce quindi ad unificare la meccanica celeste e la fluidodinamica.

### 3. Calcolo delle linee di velocità (traiettorie)

Partendo da queste premesse di fluidodinamica Todeschini ricava la traiettoria percorsa da un pianeta nel suo moto.

Passando in coordinate polari ponendo  $c_r V_t = R d\theta$  e  $-c_r V_l = dR$  (c costante dimensionale) si ha che

$$\frac{V_l}{V_t} = \tan\beta = \frac{R d\theta}{dR} \quad (12)$$

da cui sostituendo i valori delle equazioni precedenti, integrando e considerando il moto dall'origine si ottiene

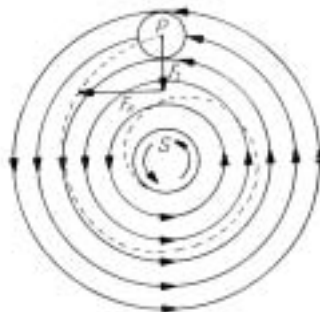
$$R\theta^2 = \text{cost} \quad (13)$$

quindi le traiettorie di una sfera in un campo rotante centro-mosso sono delle spirali Todeschini. Il che sarebbe vero se il secondo membro fosse una costante, invece seguendo tutti i passaggi sviluppati essa dipende a sua volta da R quindi l'equazione ricavata non è quella di una spirale.



Ricavando gli spazi percorsi  $S_l=L_lR^{1/2}$  e  $S_t=-L_tR$ , una sfera in un campo rotante Todeschini percorre spazi di rivoluzione  $S_l$  proporzionali alla radice di  $R$  e spazi radiali (di caduta verso il centro) proporzionali ad  $R$ . Tali risultati concordano con il comportamento di un corpo in caduta sulla Terra sia per l'equazione  $S_t=gt^2$  che per il moto a spirale.

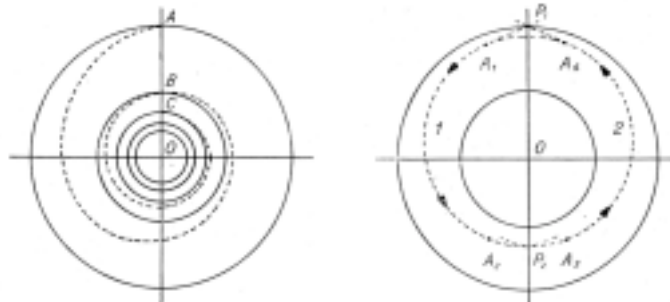
Questo risultato contrasta con la prima legge di Keplero ovvero che i pianeti percorrono orbite ellittiche. Ma è invece apparentemente coerente con il fatto che se le forze, di caduta di un grave e del moto orbitale, sono dello stesso tipo devono essere dello stesso tipo anche le traiettorie. Questa estensione estrapolata non viene dimostrata e quindi resta quanto meno una ipotesi da verificare, e di conseguenza la non accettazione delle orbite ellittiche diventa problematica. D'altronde Todeschini, con operazione tipicamente eretica, rifiuta il lavoro di Keplero, che servendosi anche delle osservazioni di Brahe aveva ben calcolato il tipo di moto tenuto da Marte già quattro secoli prima (Santaniello, 1981).



**Fig. 4 – Campo rotante centro-mosso. La linea tratteggiata è la spirale Todeschini seguita per un tratto dal “pianeta” P.**

Ma i pianeti non cadono sul Sole. Come spiegarlo? I pianeti per un tratto di orbita avanzano nel senso del moto di rivoluzione concorde a quello del fluido e per una parte nel senso opposto. Quindi Todeschini introduce il concetto di spirale centripeta e centrifuga. Se la velocità del fluido rispetto alla sfera planetaria diminuisce ma è concorde si ha una spirale centripeta, e nel tratto di orbita in cui la velocità relativa è nulla descrive un arco di circonferenza. Nel tratto in cui la velocità relativa del fluido rispetto alla sfera è discorde il pianeta segue una spirale centrifuga mentre un ultimo tratto di traiettoria è un arco di cerchio dove le velocità relative sono ancora nulle. Insomma la traiettoria sarà composta da due rami di spirale Todeschini simmetrici e opposti collegati da due archi di circonferenza. Anche in questo caso non viene giustificato il meccanismo che permette di

modificare una traiettoria di un tipo in una di un altro, o calcolata la posizione limite che separa due archi diversi, tralasciando tra l'altro tutti i problemi delle perturbazioni planetarie.



**Fig. 5 – Rami simmetrici ed opposti della spirale Todeschini nella linea tratteggiata che rappresenta l'ipotesi di traiettoria nel sistema planetario.**

Restava naturalmente da giustificare la parte sperimentale, cioè i dati delle osservazioni astronomiche. Non potendo negare i dati bisognava proporre una plausibile giustificazione: se il sistema solare è un campo rotante Todeschini e i pianeti descrivono orbite chiuse eccentriche è difficile con misure astronomiche determinare se esse siano ellissi o spirali simmetriche. Inoltre osservando i moti planetari dalla Terra, disposta anch'essa sulla stessa spirale, le traiettorie apparenti risultano delle coniche, come si tenta di dimostrare con una serie di considerazioni perlomeno azzardate e qualche calcolo spericolato. Infatti partendo dalle velocità centripete e tangenziali di un altro pianeta in diversi punti della spirale Todeschini riesce a ricavare l'equazione di Keplero

$$R = \frac{a(1 - e^2)}{e[1 + \cos(\theta - \theta_0)]} \quad (14)$$

cosa che lo porta ad eliminare la contraddizione che un grave cade sulla terra con un moto a spirale mentre un pianeta segue un'orbita ellittica, una differenza che turbava l'ordine e le omologie predilette da Todeschini, mentre riteneva che a cause uguali corrispondessero effetti uguali.

#### **4. Gravitazione come apparenza dell'attrazione fluido dinamica dei corpi rotanti Todeschini**

Todeschini si spinge oltre nel tentativo di unificare ad una unica sorgente tutti gli aspetti che coinvolgono un sistema planetario. Affronta infatti il problema più ampio della gravitazione che deve rientrare all'interno del suo modello e del suo

progetto. Una volta che aveva messo mano alla definizione della massa non poteva esimersi dal ridefinire le sorgenti degli effetti gravitazionali. Che dovevano naturalmente essere spiegati con i suoi “campi rotanti”.

Partendo dalla definizione della forza trasversale, con  $M_t$  massa trasversale della sfera planetaria, la forza con cui la sfera centrale motrice del campo attira la sfera planetaria è

$$F_t = f \frac{M_t M'_t}{R^2} \quad (15)$$

con  $f$  rapporto  $K/M$  Sole e pianeta, da cui si ricava la legge di gravitazione universale per via fluidodinamica. Rimane il problema che  $K$  ancora una volta non è una costante, come viene proposto. Tuttavia se è possibile ricavare la formulazione della forza da principi di fluidodinamica allora essa è generata dalla rotazione delle masse, mentre il meccanismo di propagazione della forza deriva dalla propagazione del moto dalla massa centrale allo spazio fluido circostante. Quindi la gravità è un' apparenza dovuta alla spinta radiale. In tal modo il concetto di campo nei suoi aspetti più generali, elaborato nella prima parte del Novecento cade e l'ipotesi che vi siano comunque degli effetti che possono influenzare le caratteristiche dello spazio non sono più necessarie. Anzi il concetto di spazio (metrico) a questo punto non è più indispensabile e tutto quanto ruota intorno ad esso viene meno. Una operazione matematica e filosofica che sconvolgerebbe profondamente l'intero edificio della fisica e astrofisica moderna.

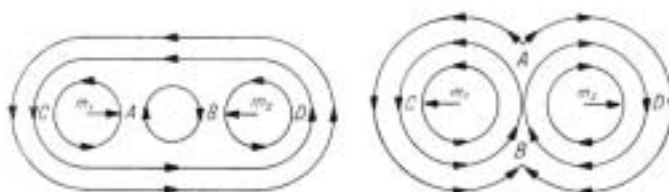
Resta comunque da capire come avesse fatto Cavendish a misurare la forza di attrazione con l'uso masse statiche e non in rotazione. Ma pare che questo a Todeschini fosse sfuggito del tutto.

La conseguenza più interessante del modello qui elaborato è che la forza di gravità può anche essere nulla o negativa, in funzione della direzione dei moti relativi. Immaginiamo perciò due masse sferiche eguali  $M_1$   $M_2$  rotanti ciascuna attorno al proprio asse polare, nello stesso senso. Ammettiamo che i loro assi polari siano paralleli e perpendicolari al medesimo piano. Ciascuna massa sferica, con la propria rotazione, indurrà lo spazio fluido circostante a circolare per falde sferiche concentriche, sino alla falda di sponda. Le due masse genereranno perciò due campi di rotazione Todeschini.

Se le due masse sono abbastanza vicine da intersecare le reciproche falde di sponda ed anche talune delle loro falde mobili, queste avendo lo stesso senso di rotazione si fonderanno in superfici uniche esterne al sistema, mentre lo spazio interposto tra i due campi essendo sollecitato da questi a ruotare dal lato A in un senso, e dal lato B in senso opposto, tenderà ad assumere una velocità di rotazione nel senso contrario a quello dei campi inducenti (vedi fig. 6).

Ora è evidente che nei lati A e B le velocità del fluido sono maggiori di quelle che il fluido ha nei punti C e D esterni. Infatti in questi punti situati sulla falda di sponda immobile, la velocità del fluido è nulla, mentre nei punti A e B è massima.

Ne segue che i due campi rotanti nei punti C e D subiscono delle decelerazioni da parte dello spazio fluido ambiente immobile, mentre nei punti A e B subiscono delle accelerazioni. Per effetto Magnus, quindi i due campi rotanti laterali saranno soggetti ad una forza di attrazione reciproca che tende ad avvicinarli entrambi al centro O. Essi si attireranno quindi con una forza espressa dalla  $F = \frac{1}{R^2}$ , diretta secondo la loro congiungente, ed inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza R.



**Fig. 6 – Effetti gravitazionali di corpi rotanti: a sinistra sfere rotanti nel medesimo senso. A destra: sfere controrotanti.**

Esaminiamo ora il caso in cui le due masse sferiche ruotano in sensi contrari.

In questo caso le falde fluide che si intersecano, avendo velocità contrarie nella zona B rallentano od annullano tale velocità, mentre nei punti esterni C e D esse hanno la massima velocità.

Nella zona A B, i due campi rotanti subiranno quindi una decelerazione da parte dello spazio interposto, mentre nei punti C e D subiranno un'accelerazione. Per effetto Magnus, quindi i due campi rotanti si respingeranno con una forza espressa dalla  $F = \frac{1}{R^2}$  cambiata di segno.

Questo caso è del resto facilmente intuibile ove si consideri che la rotazione contraria dei due campi tende a richiamare nella zona interposta AB lo spazio fluido esterno, il quale come una sbarra posta tra due rulli laminati, tende ad allontanarli.

Che nella zona B regni la massima pressione, e quindi la minima velocità, lo dice chiaramente anche la fluido-dinamica, trovandosi B a valle di un restringimento di sezione, che è massimo nei due punti più vicini delle falde laterali dei due campi.

Da quanto sopra dimostrano, possiamo concludere che: *campi rotanti Todeschini equiversi si attraggono, e controrotanti si respingono.*

La rotazione controversa di due campi rotanti Todeschini richiamano lo spazio esterno nella zona B e lo espellono dalla A producono un'attrazione sui corpi a monte di B e una repulsione su quelli a valle di A secondo l'asse di simmetria dei campi rotanti per cui si produce una corrente di spazio fluido che convoglia i corpi all'entrata dei campi e che allontanano i campi stessi. Questo effetto produce un ulteriore effetto gravitazionale dipolare ortogonale a quello che respinge i due corpi. Dunque una ulteriore novità è la possibilità che gli effetti gravitazionali possano avere diverse direttrici di azione contemporanee e ortogonali, dipolari o unipolari, ma tra loro legati, in funzione della posizione in cui viene misurata la gravità rispetto ad un gruppo di corpi.

Sperimentalmente non si trova nel cosmo un oggetto astronomico che si comporti in questo modo. La polarità dipende dal senso di rotazione di due corpi e non dalle loro caratteristiche intrinseche, inoltre l'effetto si concentra sul piano equatoriale di rotazione dei pianeti e ortogonale alla loro congiungente. Manca dunque la trattazione del caso più ampio che vede la posizione reciproca dei pianeti in funzione dell'angolo formato dagli assi planetari diverso da  $0^\circ$  e  $180^\circ$ , quindi la perde di generalità e non si ha una teoria completa della gravitazione. Solo più tardi, nel 1957, uscì un lavoro dal titolo *L'unificazione qualitativa della materia e dei suoi campi di forze continui ed alterni* in cui dedicò un breve paragrafo a questi aspetti senza tuttavia spingersi oltre alla scomposizione vettoriale delle forze in gioco.

Ma un corpo isolato produce effetti gravitazionali ? Sembra che non possono esistere monopoli gravitazionali isolati, come i monopoli magnetici.

Il limite principale delle argomentazioni addotte e delle dimostrazioni riguarda proprio il fatto che sono astrazioni fisico matematiche che non cercano la conferma sperimentale con opportuni progetti osservativi. Esse hanno portato alla risoluzione teorica valida per una concezione fluido-dinamica dell'Universo, ma i risultati in coincidenza con le leggi naturali non rispondono alla realtà fisica sperimentale dei fluidi. Quindi se le leggi matematiche coincidono con quelle trovate da Todeschini con una trattazione esclusivamente teorica di spazi rotanti o vorticosi, "resta pur sempre da confermare sperimentalmente se tali leggi sono o meno verificate praticamente nei fluidi, poiché le famose obiezioni di Newton, per quanto siano state da noi demolite teoricamente, erano basate sull'esperimento, e solamente con l'esperimento possono essere completamente demolite" (Todeschini).

Todeschini organizzò invece nel laboratorio che dirigeva due esperimenti diversi che riteneva "cruciali" nell'ambito della fluidodinamica, ma ancora una volta non utilizzava osservazioni astronomiche di verifica. Egli si era prefissato due obiettivi.

A) Produrre un **vortice** Todeschini in un recipiente di acqua per verificare se il moto di corpi sferici immersi nel liquido rispondeva alle leggi trovate nella teoria.

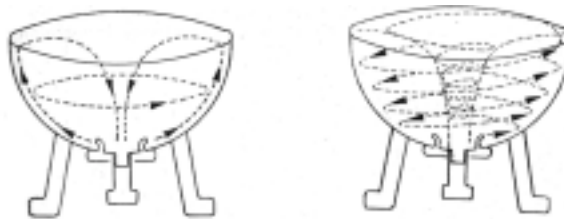
B) Produrre un **campo rotante** Todeschini in un recipiente di acqua, e verificare se il moto di corpi sferici immersi nel liquido rispondevano alle leggi trovate nella teoria.

Nel primo lavoro sperimentale fu utilizzata una vasca semisferica di 120 cm di diametro, levigata internamente, per l'uniformità d'attrito e per la perfetta circonferenza delle falde era immessa dell'acqua proiettata nell'interno del vaso in direzione tangenziale al circolo circoscritto alle estremità di sbocco degli ugelli. Si otteneva così un movimento di rivoluzione del liquido provocato da un continuo e costante afflusso, con ugelli curvi disposti sul fondo della vasca ed anche al centro, immediatamente attorno al foro di deflusso, in modo da ottenere la rivoluzione delle falde concentriche del liquido a velocità decrescenti dal centro alla periferia e da verificare la legge delle aree  $V_t=H/R$ .

Il liquido veniva mantenuto in movimento radiale e costante prodotto da una continua alimentazione ed un deflusso per gravità attraverso un foro calibrato circolare praticato al centro del fondo della vasca. In tal modo si otteneva un anello rotante nella massa liquida, le cui velocità radiali, nella proiezione orizzontale, rispondevano alla legge  $V_t=H/R^{1/2}$ .

Venivano poi calati nell'acqua alcuni galleggianti sferici in legno trattenuti da fili sospesi ad aste graduate attaccate ad un montante, in modo da consentire la rivoluzione dei galleggianti "planetari", e poter misurare la loro distanza dal centro del vortice.

Nell'esperimento venivano valutate la velocità di rivoluzione dei pianeti, i tempi da essi impiegati a compiere le rivoluzioni, le frequenze e la pressione del liquido.



**Fig. 7 – Schema delle correnti verticali e orizzontali indotte nella vasca sperimentale usata da Todeschini (a sinistra) e produzione di traiettorie a spirale (a destra).**

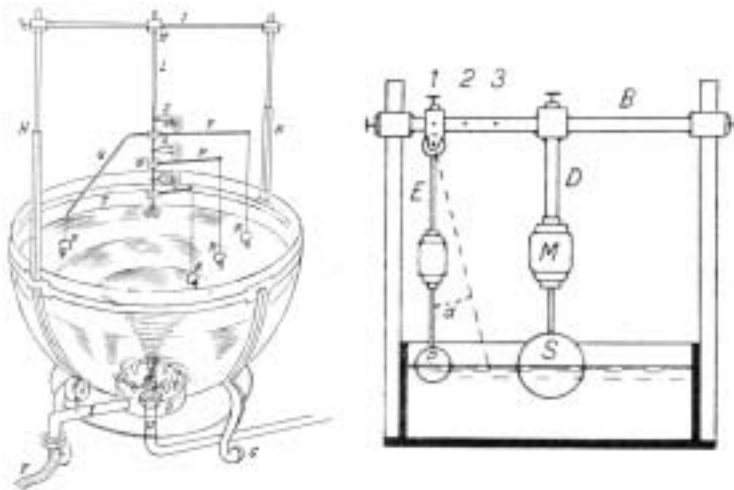
Sulla vasca erano due montanti H ed una traversa I, spostabile verticalmente sui montanti stessi (vedi fig. 8). Al centro di questa era disposta un'asta verticale L fissabile alla traversa mediante una vite M, per permettere lo spostamento verticale voluto. All'estremità inferiore dell'asta erano montati dei collarini a cuscinetti N,

muniti di bracci di rotazione P, all'estremità dei quali erano sospesi i pianeti del diametro di 2 cm. Sopra ogni braccio era fissato un contagiri S delle rivoluzioni dei modelli.

Todeschini fece tre verifiche per controllare: a) le leggi di rivoluzione dei pianetini, b) la forma della spirale, c) le traiettorie cicliche.

A) Per effetto della curvatura degli ugelli, l'acqua immessa subiva un movimento di circolazione che dal centro del vaso si estendeva alla periferia, per falde concentriche successive in modo da verificare la legge delle aree. Quando il liquido aveva raggiunto il livello T, aperto il foro di scarico U, si produceva un richiamo dal basso delle falde centrali, che produceva nel liquido velocità radiali come già calcolate. Nello stesso tempo l'alimentazione compensava lo scarico, in modo da creare una circolazione verticale ed orizzontale uniforme. Per la legge di composizione dei moti, le linee di flusso circolari e quelle radiali si componevano nelle linee di flusso a spirale.

Posti sul liquido in movimento con diverse velocità di regime i pianetini, si controllava quanti giri compivano in un minuto.



**Fig. 8 – A sinistra l'idroplanetario, a destra l'idrogravimetro Todeschini.**

Gli esperimenti furono effettuati con pianetini di diverse forme e con velocità di regime varie. Qualora si fosse verificata la legge delle aree, nelle rivoluzioni complete dei pianetini, come sosteneva Newton, avrebbe dovuto essere

$$R V = K \quad (16)$$

per qualsiasi pianettino e per qualsiasi distanza di esso dal centro del vortice. Qualora invece si fosse verificata la 3<sup>a</sup> legge di Keplero, avrebbe dovuto risultare:

$$R^{1/2} V = K \quad (17)$$

con  $V=2\pi R/T$  velocità media di un pianeta sulla sua traiettoria e  $1/T=n$

Dato che con T si è indicato il periodo di rivoluzione, e con n il numero dei giri dei pianetini in un secondo, la (16) e la (17) diventano:

$$nR^2=K' \quad (18) \quad \text{e} \quad nR^{3/2}=K_2 \quad (18)$$

$$\text{con } K'=K/2\pi \quad \text{e} \quad K_2=K_1/2\pi$$

Ora dai numerosi esperimenti eseguiti è risultato sempre verificata la (17) che esprime la 3<sup>a</sup> legge di Keplero.

Secondo Todeschini resta così dimostrato, con questa prova sperimentale, che nel vortice Todeschini, i quadrati dei periodi T di rivoluzione dei pianetini immersi nel vortice, stanno fra di loro, come i cubi dei raggi delle loro orbite, e ciò in perfetta smentita alla obiezione del Newton, la quale asseriva che i corpi immersi in vortici fluidi non potessero mai verificare tale legge.

Tale velocità non va quindi confusa, come si è fatto sino ad oggi, con la velocità istantanea  $V_i$  di rivoluzione, la quale varia continuamente durante un ciclo, con l'analogo variare della distanza del mobile considerato, e varia proprio obbedendo alla legge delle aree.

Resta almeno un punto da chiarire: come mettere in relazione le orbite circolari del modello di laboratorio con la complessità delle orbite espresse in precedenza.

B) Per controllare la forma delle spirali venivano lasciate cadere alla periferia del vortice, ad intervalli di tempo uguali, delle gocce di gomma liquida, le quali essendo più leggere dell'acqua, galleggiavano, ed investite dai filetti fluidi, si dilatavano in strisce formanti una linea curva che girava attorno al centro del gorgo avvicinandosi ed esso a forma di spirale. Misurati i raggi per spostamenti angolari costanti risultava

$$R \Theta^2 = K \quad (19)$$

il che confermò che la curva era una spirale Todeschini, come previsto in teoria.

C) Per il controllo delle traiettorie cicliche dei pianeti era stato lasciati i pianetini semiliberi di compiere piccole escursioni radiali, mediante il loro collegamento ai bracci di rivoluzione con fili flessibili, o lasciati totalmente liberi entro il vortice.



Nel primo caso si otteneva una traiettoria quasi ellittica, con una cuspidale che cambiava di luogo ad ogni giro spostandosi nel senso del moto (una precessione?).

Nel secondo caso invece si era notato che qualche pianetino seguendo una spirale precipitava nel centro del gorgo, dopo pochi istanti di rivoluzione attorno ad esso, altri invece si avvicinavano al centro seguendo un semigiorno di spirale, per poi allontanarsi di nuovo con un altro semi-giorno di spirale, portandosi in un punto vicino a quello di partenza. da qui ripetevano il moto per un tempo più o meno lungo, sinché seguendo una spirale si precipitavano al centro, oppure andavano a fermarsi alla periferia contro la parete del vaso.

*Evidentemente, nella prima fase del moto il liquido esercitava sul pianetino una forza centripeta sospingendolo verso il centro, ma prima di raggiungerlo il pianetino acquistava una forza centrifuga maggiore di quella centripeta del fluido, per cui si allontanava di nuovo dal centro secondo la tangente alla spirale. Perdendo poi velocità alla periferia, era di nuovo attratto e seguendo la semi-spirale si avvicinava di nuovo al centro, verificando così il moto ciclico dei corpi celesti, con la sola differenza che la traiettoria percorsa era costituita da due semi-spirali opposte e simmetriche anziché una ellisse, come sostenuto da Keplero.* Interessante il sistema sperimentale per il regime di un fluido, ma altra cosa è un regime di tipo gravitazionale ed è per lo meno azzardato estendere il parallelismo matematico al significato fisico.

Il secondo tipo di esperimento era invece altrimenti concepito. Al centro della vasca piena d'acqua veniva immersa fino al suo diametro equatoriale una sfera di legno, con l'asse polare normale al piano dell'acqua e collegato ad un motorino elettrico.

Quando la sfera era posta in rotazione il liquido ad essa circostante la seguiva nel suo moto di rotazione intorno al centro, per falde concentriche. Veniva così prodotto un campo rotante Todeschini. A diverse distanze dal centro erano immerse nell'acqua delle sferette di legno con il medesimo diametro, sostenute da fili verticali: le sferette si spostavano verso il centro del campo, come se fossero attratte da esso "con una misteriosa forza di gravitazione".

Già da questo semplice esperimento Todeschini riteneva di avere conferma che la forza esercitata verso il centro del campo sulle sferette planetarie fosse dovuta alla spinta centripeta che il liquido circolante esercita contro di esse, "e non già ad una misteriosa attrazione della sfera centrale". Todeschini concludeva allora, con la sua solita estensione, che la forza di gravità non era quindi che la spinta centripeta dovuta a un fluido.

Per verificare se tale spinta variava in funzione della distanza dal centro del campo con la stessa legge della forza di gravità, Todeschini misurò l'entità della spinta in vari punti del campo situati a diverse distanze dal centro. Lasciando libere le sferette planetarie in modo che potessero compiere solamente escursioni

radiali verso il centro del campo, e bloccando il moto di rivoluzione, osservava che era necessario contrastare la loro escursione centripeta applicando delle forze contrarie la cui misura forniva l'intensità della forza centripeta centrale.

Tuttavia per essere nelle stesse condizioni dei pianeti del sistema solare che ruotano su se stessi era stata impressa anche una rotazione intorno al loro asse polare con un motorino elettrico. Il liquido si poneva allora in movimento circolatorio attorno alle due sfere, e la sfera planetaria si avvicinava alla sfera centrale.

Cambiando la distanza della seconda sfera, planetaria, era stato possibile dedurre le forze centripete relative e risultavano inversamente proporzionali al quadrato della distanza R delle sferette dal centro del gorgo, verificando con ciò la seguente legge:

$$F_t = K' / R^2 \quad (20)$$

la quale sembra in concordanza con la legge di gravitazione se si pone  $K' = fM_t' M_t$ .

*Conclusione: "La forza con la quale si attraggono due sfere rotanti nello stesso senso, immerse in un liquido, è inversamente proporzionale al quadrato della loro distanza, proprio come è la forza di gravità con la quale si attraggono due frammenti di massa qualsiasi.*

"Ero riuscito quindi, per la prima volta nella storia della scienza, a produrre artificialmente due campi di gravitazione ed a dimostrare che essi si identificavano con i campi liquidi rotanti generati da due sfere poste in rotazione equiversa entro un fluido".

*Tale forza di gravitazione poteva essere variata a piacimento, in quanto bastava aumentare o diminuire la velocità di rotazione delle sfere centrale o planetaria o di entrambe, per variare la forza con la quale esse si attraevano.*

Come si è visto un edificio costruito nell'intento di unificare ogni fenomeno riducendolo ad una unica causa, un caso paradigmatico di scienza eretica dei primi decenni del '900, frutto di un disegno visionario, anche se non privo di una sua curiosa originalità da cui trarre comunque una lezione sul metodo.

## Note

1) Heinrich Gustav Magnus (1802-70) era un chimico tedesco che evidenziò il fenomeno aerodinamico che permette di ottenere una portanza da un cilindro o da una sfera investiti da una corrente. Questi solidi, per il fatto di essere simmetrici, non dovrebbero dare e non danno generalmente portanza: essi la danno tuttavia se si mettono in rotazione attorno a un asse normale alla direzione della corrente dalla quale sono investiti. Nel caso di un cilindro rotante (*rotore Magnus*), l'aria è

rallentata (e, di conseguenza, compressa per la legge di Bernoulli) dalla parte dove il cilindro avanza controcorrente. Essa però viene contemporaneamente accelerata dall'altra parte, dove cilindro e corrente vanno nello stesso senso e dove, di conseguenza, la pressione diminuisce. Ne risultano: una deviazione della corrente, una circuitazione artificiale e una deviazione della risultante; questa acquista così una componente normale alla velocità della corrente e può essere usata sia come *portanza*, sia come *propulsione*.

## **Bibliografia**

- Anonimo, *Memorie per la vita del Signor Giovanni Poleni*, Padova, 1762  
Bartocci U., Macri R.V., Le interpretazioni intuitive della Fisica tra metafora dello spazio pieno e metafora dello spazio vuoto: un ricordo di Marco Todeschini, in *Atti del convegno "Cartesio e la scienza"*, Perugia, sett. 1996)  
Bell E.T., *Men of Mathematics*, 1937  
Boyer C., *A History of Mathematics*, 1968  
Brunet P., *L'introduction des théories de newton en france au XVIII siècle avant 1738*, Genève, Silakine Reprints, 1970  
Fouchy, Eloge, *Mém. de l'ac. des Sc. hist.*, Parigi, 1763  
Santaniello M.A., Leggi di Keplero e di Newton, *Giornale di astronomia*, 7, 1981, 195  
Todeschini M., *La teoria delle apparenze - Spazio-dinamica e psico-bio-fisica*, Bergamo, Istituto italiano d'arti grafiche, 1949  
Truesdell, C., Leonhard Euler, Supreme Geometer (1707-1783), in *Irrationalism in the Eighteenth Century*, ed. by Harold E. Pagliaro, 1972  
I principi della filosofia, Parte terza, § 46, in *Opere*, vol. II, p. 142-143