



J.-P. HSU WITH L. HSU

**SPACE-TIME SYMMETRY AND QUANTUM YANG-MILLS GRAVITY**  
**HOW SPACE-TIME TRANSLATIONAL GAUGE SYMMETRY ENABLES THE UNIFICATION OF GRAVITY WITH OTHER FORCES**

Advanced Series on Theoretical Physical Science, Vol. 11.  
World Scientific, Singapore, 2013

pp. XXXI + 253; £ 65.00  
ISBN: 978-981-4436-18-2

e-book: £ 49.00  
ISBN: 978-981-4436-20-5

La Relatività Generale, alla vigilia del centesimo anniversario della sua invenzione e del sessantesimo della morte di Albert Einstein, è una teoria in forma smagliante. Le molteplici accurate conferme sperimentali della sua validità si sono susseguite per tutto il secolo grazie ad un gran numero di esperimenti che avrebbero potuto confutarla in favore di teorie (classiche) alternative.

La grande sfida ancora aperta per i fisici teorici è naturalmente quella di quantizzare la teoria di Einstein in modo consistente. Sorvolando per ragioni di spazio su importanti idee e contributi del passato, negli ultimi decenni sono stati elaborati, o sono giunti a maturazione, alcuni approcci –le teorie delle stringhe, la corrispondenza AdS-CFT, la cosmologia quantistica *a loop*– che ricevono consenso da parte di diverse qualificate comunità scientifiche, a volte impegnate in vivaci e interessanti dibattiti. Rimane tuttavia il fatto che si tratta pur sempre di teorie “speculative” della gravità quantistica e le questioni fondamentali riguardanti la verificabilità sperimentale (necessariamente indiretta) e la compatibilità con le predizioni della teoria classica rimangono per il momento senza risposte convincenti e condivise.

In questo panorama di modelli piuttosto variegato (anche dal punto di vista del livello di sofisticazione degli strumenti matematici impiegati) si sta rafforzando sempre più una prospettiva che sembra almeno fornire fondamenti concettuali solidi e promettenti. Si tratta della cosiddetta *gravità emergente*, denominazione che si potrebbe interpretare in senso lato come riferita al riconoscimento che la forza di gravità, e forse anche lo spazio fisico in cui viviamo e lo stesso spazio-

tempo einsteiniano, emergono a livello classico come manifestazioni collettive di teorie di campi quantizzati di natura del tutto differente (l'articolo di rassegna di Steve Carlip, “Challenges for Emergent Gravity”, arXiv:1207.2504v2 [gr-qc], fornisce un resoconto comparativo molto chiaro e completo sull'argomento ma, nonostante lo scarso numero di formule, richiede un bagaglio di conoscenze piuttosto esteso e avanzato).

La prospettiva emergente, riconoscibile in alcuni aspetti dei modelli sopra elencati, si manifesta a prima vista anche nel libro in questione, laddove viene proposta una “gravità quantistica di Yang-Mills” come la teoria fondamentale che unifica a grandi energie la gravità con il modello standard delle particelle elementari (in cui i campi di Yang-Mills giocano il ruolo fondamentale di mediatori delle interazioni) e che nel contempo riproduce a livello classico i test sperimentali della Relatività. Tuttavia gli autori sembrano del tutto scollegati dal contesto sotteso alle linee di investigazione attuali sopra delineato, come si evince anche dalla bibliografia piuttosto ristretta. Nel riconoscere di seguire un approccio non ortodosso (che a questo punto definirei “riduzionista” più che “emergente”) affermano, nell'introduzione, di avere “faith in the Yang-Mills idea and taiji relativity”. Nella scuola di pensiero neo-confuciana fiorita all'inizio del I millennio, il taiji (traslitterazione italiana *T'ai chi*) rappresenta la grande trave di sostegno che abbraccia e unifica i *li* (gli archetipi) del cielo e della terra e di tutte le cose. Per quanto io possa comprendere della filosofia orientale, questa realtà ultima non ha alcuna connotazione trascendente o esoterica, e anzi sottende un atteggiamento volto a

razionalizzazione e sistematizzare l'analisi della realtà del mondo fisico. In questo senso il modello proposto in questo libro può essere visto come un utile contributo al dibattito scientifico, anche se alcuni presupposti concettuali sarebbero a mio avviso da riesaminare criticamente ed eventualmente confutare con opportuni argomenti di tipo tecnico. Trovo ad esempio peculiare l'affermazione che uno dei punti di forza del formalismo adottato sia da individuare nella non necessità di ricorrere alla (“difficile”) nozione geometrica di curvatura per rendere conto dei fenomeni gravitazionali. Ma sono le stesse equazioni di Einstein a prescrivere che la curvatura dello spazio-tempo (presente tramite il tensore di Ricci che contiene le derivate seconde della metrica, cioè la variabile dinamica della teoria) è determinata proprio dal contenuto di materia-energia dello spazio-tempo in esame. Per tornare sul punto cruciale della verificabilità sperimentale, è appena il caso di ricordare come il corretto funzionamento dei GPS dipenda in modo essenziale dai termini di correzione del campo gravitazionale terrestre così come dedotti dalle equazioni della Relatività Generale.

La teoria ideata da Einstein sta reggendo alla grande da ben un secolo: questa constatazione, per certi versi stupefacente, non preclude la ricerca continua di sue modificazioni, estensioni o alternative, così come avviene nella normale prassi del lavoro scientifico.

Nel frattempo: buon compleanno!

A. Marzuoli  
Università degli Studi di Pavia