

Gianfranco Mormino

LO SPAZIO NON È IMMOBILE.
COSMOLOGIA, MECCANICA E METAFISICA IN CHRISTIAAN HUYGENS

Abstract

Christiaan Huygens' scientific work (1629-1695) is situated in the period between Galileo and Descartes on the one side and Leibniz and Newton on the other. He was the greatest geometrician of his times and also gave an extraordinary impulse to mechanics both with his discovery of the laws of collisions, centrifugal force, and the brachistochrone curve (or curve of fastest descent) and with his revolutionary considerations on various foundational physical concepts. In this essay, the author tackles Huygens' examination of the notion of space, which is marked by a form of relativism much more radical than Leibniz's. Through a rigorous application of Galileo's principle of non-influence of common motion, Huygens reaches a definition of physical space as an infinite entity in which there are neither privileged directions nor absolute places. Through this path, in his later years he reaches a highly original explanation for circular forces, and elaborates a relativistic mechanics that, albeit mostly unpublished, anticipates in a surprising manner the criticisms moved again to Newton by Ernst Mach only two centuries later.

La riflessione di Huygens sullo spazio è inizialmente influenzata dalle speculazioni rinascimentali circa l'infinità del mondo, in particolare quelle di Cusano e Bruno¹, che negavano la possibilità di reperire nello spazio fisico un centro. Convinto copernicano sin dall'inizio dei suoi studi, già dal 1654 egli sostiene la natura relativa del moto, riportando come sola possibile obiezione l'argomento secondo il quale i luoghi dello spazio immobile forniscono un riferimento assoluto: «coloro i quali dicono che il moto di un corpo è mutamento di luogo si immaginano un luogo certo e permanente nel quale diversi corpi possono avvicinarsi, mentre il luogo resta immobile»². L'obiezione non è però che un circolo logico, dal momento che presuppone la quiete assoluta dei luoghi stessi: «se dicono che la Terra è veramente in quiete, chiederò cosa significhi “essere veramente in quiete”. Diranno che significa mantenere costantemente il medesimo luogo. La definizione del luogo che la Terra mantiene dipenderà, quindi, da certi punti

¹ Cfr. C. HUYGENS, *Pensees meslees*, in ID., *Oeuvres complètes*, a cura della Società Olandese delle Scienze, 22 voll. in 23 tomi, M. Nijhoff, Den Haag 1888-1950 (d'ora in poi: OC), vol. XXI, pp. 351, 369 e 817.

² *Codex Hugeniorum* 26A, f. 13r (il *Codex Hugeniorum*, parzialmente inedito, è custodito e consultabile presso la Biblioteca Universitaria di Leida).

del cielo o da una superficie che sia veramente in quiete. Ma la quiete di questi deve a sua volta essere definita secondo altri luoghi o secondo la Terra stessa»³.

Negli scritti huygensiani sull'urto moto e quiete sono determinati unicamente dalla relazione spaziale tra corpi: qualsiasi corpo o punto dello spazio può essere inteso come l'origine di un insieme di coordinate che definiscono i *situs*; un corpo che, rispetto a un sistema di riferimento, modifichi la propria posizione, viene considerato in moto relativamente a esso. Nulla vieta però che l'origine degli assi possa a sua volta essere giudicata in movimento rispetto a un altro sistema qualsiasi, così che l'attribuzione del moto o della quiete sia del tutto differente: «quando perciò alcuni corpi si muovono, possiamo riferire il loro moto a qualsiasi altro corpo che consideriamo come in quiete»⁴. La scelta del riferimento è del tutto libera e non vi è alcuna ragione per limitarla ai corpi circostanti, come pretendeva Descartes; la causa di questa coraggiosa posizione di Huygens non risiede tanto nella sua inclinazione a credere nell'esistenza del vuoto, quanto piuttosto nella sua concezione euclidea dello spazio fisico. Già nel 1654, dunque, l'indipendenza di Huygens dalla nozione di movimento dei *Principia* cartesiani è totale, contrariamente a quanto ritengono tutti coloro per i quali Huygens non è che un epigono di Descartes. Se da un lato egli rifiuta il riferimento materiale e oggettivo (ma non universale) del filosofo francese, dall'altro egli non condivide con i suoi oppositori, *in primis* Gassendi, la tesi che l'immateriale *spacium mundanum* possa fungere da fisso e univoco sostrato della collocazione spaziale dei corpi; per ammettere la natura assoluta dello spazio fisico, che egli intende secondo il modello di quello infinito e isomorfo della geometria, si dovrebbe poter dimostrare l'esistenza di un corpo immobile. Ma ciò non è possibile, neanche in via teorica: «percepriamo certo con evidenza il moto dei corpi, ma la quiete non la troviamo con sicurezza da nessuna parte. Dovunque infatti due corpi mutano la loro distanza, comprendiamo che vi è un movimento; ma non possiamo mostrare un corpo in quiete o affermare che ne esiste uno»⁵. Ogniqualevolta si afferma la quiete o il moto assoluto di un corpo non si fa altro che rinviare la questione all'infinito, perché si cerca di considerare un termine isolatamente dalla relazione che, sola, ne determina il significato: «non sembra che si possa comprendere cosa mai siano nei corpi la quiete o il moto, se non rispetto ad altri corpi. Non possiamo infatti immaginare del moto altro che il mutamento della distanza e della disposizione reciproca dei corpi»⁶.

Con tale principio di relatività Huygens apre la via a una considerazione del movimento libera da vincoli oggettivi e assoluti: a seconda del riferimento prescelto, la velocità dello stesso mobile può assumere qualsiasi valore e anche essere nulla. L'identità ontologica di moto e quiete che ne consegue caratterizza la teoria del primo Huygens come la più radicale espressione del relativismo fisico sorto nell'ambito del dibattito sul copernicanesimo, alternativa tanto alla teoria aristotelica quanto all'idea cartesiana del moto come mutamento dei rapporti di contiguità nel *plenum* e alla concezione sostanzialistica dello spazio e al suo corollario dell'esistenza di luoghi in sé immobili.

³ C. HUYGENS, *De Motu Corporum, Appendice I*, in *OC*, vol. XVI, p. 111.

⁴ *Ibidem*, p. 103.

⁵ *Ibidem*, p. 108.

⁶ *Ibidem*, p. 111.

L'occasione per un ulteriore approfondimento è offerta a Huygens nel 1669 da una lettera di Henry Oldenburg, il quale gli comunica l'argomento che il giovane scienziato inglese William Neile oppone al principio di relatività huygensiano: Neile immagina il caso di un corpo che, essendo del tutto solo nell'universo, non possa essere considerato in relazione ad altro. A questo corpo, secondo Neile, deve necessariamente competere lo stato di moto o di quiete: «posto che nel mondo vi sia un solo corpo (cosa non impossibile), tale corpo dovrebbe essere considerato assolutamente ed essere in quiete o in moto senza riferimento alcuno»⁷. Evidente in queste parole è la convinzione che moto e quiete siano stati assoluti del corpo, differenti l'uno dall'altro in virtù di qualche proprietà indipendente sia dall'osservatore sia dalla situazione nella quale il corpo si trova; ciascun corpo si deve necessariamente trovare in uno dei due stati e sicuramente non in entrambi. In altre parole, Neile applica il principio del terzo escluso al caso del corpo solitario senza porsi la domanda se il moto sia la qualità di *un* corpo e non piuttosto una relazione tra più corpi; al quesito se un corpo sia “maggiore” o “minore”, ad esempio, non c'è evidentemente risposta, perché questi termini esprimono una relazione e il loro significato decade fuori da essa. Allo stesso modo, i termini “mosso” e “in quiete” sono per Huygens da intendersi come predicabili solo in riferimento a qualche altro corpo o punto; nella replica egli ribadisce questa tesi, della cui novità è peraltro consapevole, e accusa piuttosto il Neile di parlare di moto assoluto senza averne una definizione accettabile e univoca: «quanto alla supposizione di un corpo solo in tutto il mondo, dico che in esso non si può considerare alcun movimento né alcuna quiete, poiché non vi sarebbe nulla a cui riferirli. E se non mi vuole concedere che il moto e la quiete si possono considerare solo relativamente, lo prego di dirmi e di definire cosa essi siano presi in assoluto e senza riferimento»⁸.

Appare dunque sicuro che l'argomento elaborato da Huygens a favore dell'esistenza di moti assoluti nel periodo tra il 1669 e il 1687 fosse quello desunto dal manifestarsi della forza centrifuga in corpi ruotanti attorno a un centro o su se stessi. Se ad esempio immaginiamo che due corpi collegati da un filo si trovino in quiete, il filo rivelerà questa situazione non mostrando alcuna tensione; se poi i due corpi, pur permanendo in quiete l'uno rispetto all'altro, vengono animati dal medesimo moto rettilineo e uniforme, nessun mutamento si renderà avvertibile, in quanto il filo continuerà a essere allentato, a conferma dell'indifferenza tra moto inerziale e quiete. Non esistono dunque effetti fisici che permettano di distinguere un sistema di corpi in quiete da uno mosso di moto rettilineo e uniforme; su questo punto Huygens non ha mai nutrito dubbi e Newton è pienamente d'accordo con lui, come afferma nel quinto corollario agli *Axiomata sive Leges Motus*, il contenuto del quale è esposto, prima ancora che nei *Principia*, nel trattato *De Motu* e in altri scritti di preparazione all'opera maggiore: «i moti relativi dei corpi inclusi in un dato spazio sono identici sia che quello spazio giaccia in quiete, sia che il medesimo si muova in linea retta senza moto circolare»⁹.

⁷ Henry Oldenburg a Christiaan Huygens, 17 ottobre 1669, in OC, vol. VI, p. 504.

⁸ Christiaan Huygens a Henry Oldenburg, 30 ottobre 1669, in OC, vol. VI, p. 514.

⁹ I. NEWTON, *Principi matematici della filosofia naturale*, trad. it. a cura di Alberto Pala, UTET, Torino 1977, p. 125.

Se i due corpi dell'esempio precedente vengono invece posti in rotazione intorno a un centro comune, il risultato sarà diverso; nonostante essi continuino a essere in quiete uno rispetto all'altro, in quanto la loro distanza non muta, il filo che li unisce sarà soggetto a una tensione la cui intensità dipende tra l'altro dalla velocità di rotazione; questa forza si esercita sempre in direzione opposta al centro e appartiene ai corpi ruotanti solo in virtù di questo loro movimento. Allo stesso modo, un corpo che ruoti su se stesso provocherà una tendenza costante delle parti a distaccarsi dalla superficie, tendenza che mancherà invece di manifestarsi qualora questo moto appartenga al sistema di riferimento e sia perciò solo relativo. In questi casi, che considerano le forze ingenerate nei corpi dal moto circolare, Huygens vede in questi anni il discrimine tra i moti rotatori solo apparenti e quelli veri, limitando così il suo precedente assunto secondo il quale ogni moto può essere attribuito a qualsiasi sistema di riferimento senza che alcun effetto fisico appaia a rivelarne il *veritable sujet*.

Appare evidente anche da questo ripensamento, intervenuto già nella maturità della sua carriera di scienziato, che l'atteggiamento di Huygens riguardo al problema del moto non si limita a un'interpretazione geometrizzante del dato fisico; Huygens considera il movimento nella sua pienezza ed è perfettamente in grado di vedere, al di là della pura fononomia, le grandezze intensive che si manifestano nel mondo fisico. Se la scoperta dell'invarianza dei fenomeni dell'urto in diversi sistemi di riferimento lo aveva incoraggiato ad abbozzare una generale teoria relativistica, successivamente, dopo le scoperte intorno alla forza centrifuga e le speculazioni sulla causa della gravità, egli ritiene possibile individuare il moto circolare assoluto, che non ottempera al principio di reciprocità e ingenera forze indipendenti dal riferimento prescelto. L'affinità sussistente tra queste conclusioni huygensiane e quelle alle quali stava contemporaneamente giungendo Newton è innegabile; i due filosofi inquadrano tuttavia le loro tesi sulla natura assoluta della rotazione in interpretazioni del moto e dello spazio completamente differenti.

Dopo il 1689, e quindi dopo la lettura dei *Principi* newtoniani, Huygens muta ancora posizione, pervenendo alla sua teoria definitiva circa la natura dello spazio e del moto; gli scritti che contengono tali riflessioni sono stati pubblicati solo nel 1924 (e parzialmente), così che la teoria newtoniana ha potuto regnare incontrastata, dal momento che le critiche espresse da Leibniz, solo apparentemente simili a quelle dello scienziato olandese, non hanno trovato eco se non per un breve periodo e prevalentemente all'interno del mondo scientifico tedesco. Gli argomenti a favore dell'esistenza del moto assoluto analizzati e confutati da Huygens negli ultimi anni possono essere classificati in due gruppi principali: da un lato quelli che si fondano sull'immobilità dello spazio e la natura assoluta del luogo, dall'altro quelli che traggono origine dall'attribuzione ai corpi mossi di proprietà intrinsecamente differenti da quelle dei corpi in quiete. Gli autori di tali argomentazioni non vengono quasi mai nominati da Huygens e, se talvolta è possibile attribuire a qualche fonte le opinioni riportate, nella maggioranza dei casi i controesempi sono certamente dello stesso Huygens, che cerca di immaginare tutte le possibili difficoltà di una teoria tanto paradossale quale la sua.

La tesi che sta alla base della prima classe di considerazioni è quella dell'esistenza di uno spazio immobile, oggettivo riferimento universale dello stato di quiete o di moto dei

corpi; nell'opporci a questa visione Huygens non inclina però a una concezione relazionale dello spazio, quale quella che Leibniz sosterrà nelle lettere a Clarke del 1715-16, ma resta invece fermo all'idea di uno spazio realmente esistente, infinito e isotropo, che egli condivide con il rinnovato atomismo gassendiano. L'interpretazione leibniziana dello spazio come *ordo coexistentium*, comunemente considerata il primo motivo di distinzione tra le teorie relativistiche antinewtoniane e la concezione dei *Principi matematici*, risulta in effetti del tutto assente dal pensiero di Huygens, il quale si dimostra in questo assai più vicino a Newton che non a Leibniz¹⁰; Huygens non dubita dell'intelligibilità di un'oggettiva e autonoma nozione di spazio, che difende anzi contro la concezione cartesiana dell'identità di estensione e corpo: «io ho una nozione di spazio diversa da quella di corpo. Lo spazio è ciò che può essere occupato da un corpo. Il corpo è ciò che occupa uno spazio e ciò non può essere inteso senza l'estensione; ma, oltre all'estensione, gli conviene necessariamente che, nello spazio che occupa, non ammetta un altro corpo. Tutti i filosofi, anzi, tutti gli uomini ebbero quest'idea di corpo, prima di Descartes»¹¹. In queste righe, tratte da un brevissimo appunto del 1692 dal titolo *Contra Cartesij dogma, Corporis naturam seu notionem in sola extensione consistere*, Huygens afferma inoltre che la ragione della stravagante opinione di Descartes risiedeva nella necessità di negare l'esistenza del vuoto, che avrebbe reso impossibile la sua spiegazione della propagazione istantanea della luce: «Descartes sembra aver inventato questa sua idea di corpo per ricavarne che non esistono spazi vuoti, cosa di cui pensava di aver bisogno per spiegare l'emanazione istantanea della luce, senza alcun ritardo, il che è smentito sia dalla ragione sia dall'esperienza»¹².

Per Huygens, che ha sempre creduto nella velocità finita della luce e ne ha anche avuta la conferma sperimentale dalle ricerche di Olaf Rømer, l'argomento non ha alcun valore: egli ritiene che si dia realmente uno spazio infinitamente esteso, all'interno del quale si muovono i corpi. Proprio l'infinità dello spazio impedisce però di pensare alla presenza in esso di punti o posizioni privilegiate sulle quali fondare l'esistenza di un riferimento unico per il moto e la quiete: «poiché questo spazio si estende infinitamente in ogni parte, non è racchiuso in alcun limite e non ha centro né estremità (ciò infatti è troppo evidente per avere bisogno di prova), essi devono ammettere che non c'è nulla che consenta di definire in esso un luogo determinato e nemmeno qualcosa per cui, rispetto ad esso, un luogo si differenzi da un altro»¹³.

Come si ricorderà, questo punto era già stato stabilito da Huygens negli anni '50, ma egli lo riprende ora con maggiore forza di fronte alle obiezioni miranti a fondare sul concetto assoluto di luogo la nozione di moto: non si può dire che A sia in quiete quando resta nel medesimo luogo dell'universo, argomenta Huygens, perché «nello spazio infinito non c'è “dove” né “ivi”, se non relativamente ad altro»¹⁴. L'identità di un

¹⁰ La tesi dell'affinità tra le concezioni dello spazio di Huygens e Leibniz è sostenuta invece in W. KUHN, *Das Problem der Relativbewegung bei Huygens*, tesi presentata alla Johann Wolfgang Goethe-Universität di Frankfurt am Main nel 1970, pp. 74-75.

¹¹ C. HUYGENS, *Propriétés générales de la matière, Pièce II*, in *OC*, vol. XIX, p. 325.

¹² *Ibidem*, ivi.

¹³ *Codex Hugeniorum*, 7A, in G. MORMINO, *Penetralia motus. La fondazione relativistica della meccanica in Christiaan Huygens, con l'edizione del “Codex Hugeniorum 7A”*, La Nuova Italia, Firenze 1993, p. 201.

¹⁴ *Ibidem*, p. 129.

luogo è sempre relativa ad altri luoghi, così che chi si forma l'idea dell'esistenza di luoghi permanenti li immagina in realtà surrettiziamente in rapporto a un riferimento *posto* come stabile: «dello spazio in quiete hanno un'idea come questa: se io arretro dal focolare alla finestra, ad esempio, dicono che lo spazio presso il focolare, dal quale mi sono allontanato, resta fermo. Ma esso è fermo rispetto alla stanza!»¹⁵.

L'immobilità del riferimento va sempre a sua volta riferita ad altro, senza che si possa arrivare a un punto assolutamente in quiete; in questo Huygens vede in errore tanto gli anticopernicani, per i quali la Terra fungeva da perno immobile dell'universo, tanto gli stessi copernicani, che pretendevano di sostituire il Sole o le stelle fisse al nostro pianeta nel ruolo di fonte assoluta della determinazione dei luoghi nello spazio.

Se dunque è impossibile stabilire la quiete delle parti dello spazio, ancor meno si potrà attribuire la quiete allo spazio infinito nel suo insieme: «su ciò dunque verte l'intera questione, se lo spazio infinitamente esteso del mondo sia, e possa essere detto e concepito, immobile. A me pare però che questa nozione sia falsa. Da dove abbiamo infatti attinto questa idea di immobilità, se non dalla quiete relativa dei corpi tra loro? Chi ha mai visto qualcosa essere in quiete, se non in questo modo? In questa idea di immobilità è dunque implicito che, oltre al corpo in quiete, ce ne sia anche un altro, o più altri, rispetto ai quali esso è in quiete. Ma quello spazio, che essi vogliono immobile, rispetto a che cosa è in quiete? Certamente a nulla»¹⁶.

La vacuità dello spazio fornisce poi un ulteriore argomento contro la tesi della sua immobilità: «il moto, come essi affermano, è appunto lo spostamento da uno spazio del mondo a un altro e la quiete è la permanenza nel medesimo spazio. Ma lo spostamento e la permanenza di che cosa? Certamente di un corpo. Se dunque il moto e la quiete non possono riferirsi che ad un corpo, in che modo attribuiscono allora l'immobilità allo spazio, e per giunta a quello infinitamente esteso in ogni direzione? Infatti non c'è spostamento né quiete se non di una qualche sostanza. Come si potrà dunque attribuire la quiete allo spazio vuoto, nel quale non esiste nulla?»¹⁷.

L'evidente assurdità che comporterebbe il considerare mosso lo spazio nel suo insieme non deve condurre all'altrettanto assurda posizione opposta, e cioè a pensare che esso sia in quiete; in quanto vuoto, lo spazio non è sostanza e non si può dunque attribuirgli una qualificazione che ha senso solo se riferita a una *res*. A salvare la nozione di spazio immobile non basta per Huygens la considerazione che di essa sia possibile, come affermano alcuni, avere un'idea chiara: «molti, tra la gente comune, hanno una nozione di ciò che si dice l'alto e il basso, e questo senza riferimento alla Terra o ad alcuna altra cosa. E di qui, un tempo, concludevano che non possono esistere gli abitanti degli antipodi poiché, essendo le loro teste rivolte verso il basso, essi non potrebbero restare attaccati alla Terra ma dovrebbero necessariamente cadere. Questa nozione è evidentissima, secondo la loro opinione, e tuttavia è falsa, in quanto quell'alto e quel basso sono relativi al centro della Terra»¹⁸. L'analogia istituita da Huygens tra l'ingenua assolutizzazione delle direzioni dello spazio operata dagli ignoranti e la credenza

¹⁵ *Ibidem*, p. 189.

¹⁶ *Ibidem*, p. 141.

¹⁷ *Ibidem*, p. 143.

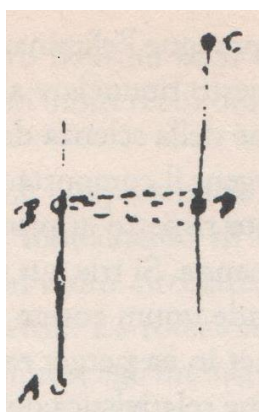
¹⁸ *Ibidem*, p. 185.

nell'immobilità dello spazio rivela la sua fiducia nel fatto che quest'ultima sia destinata col tempo a essere abbandonata, per lo meno dai dotti, in quanto si fonda esclusivamente su un pregiudizio radicato nella concezione del mondo precopernicana, che egli ritiene per certi aspetti ancora operante anche tra i cultori della nuova scienza.

Negli ultimi scritti si trova la delineazione più esatta della rivoluzionaria soluzione huygensiana al secondo genere di critiche contro la relatività. Egli critica innanzitutto l'idea di quiete relativa da lui stesso fino ad allora accettata, mutuata dalla concezione copernicana, che si fondava sulla semplice analisi della relazione spaziale tra due corpi. Il permanere della medesima distanza tra A e B è ora ritenuto condizione necessaria *ma non sufficiente* perché essi possano essere detti in quiete l'uno rispetto all'altro: «bisogna ora vedere [i corpi] in quiete tra loro quali siano. Certamente ciò non si può affermare che di corpi che mantengono la medesima distanza e posizione l'uno rispetto all'altro; ma non per questo sono in quiete tra loro tutti quelli che mantengono la medesima distanza e posizione l'uno rispetto all'altro»¹⁹.

Per definire un autentico stato di quiete reciproca, afferma ora Huygens, è necessario aggiungere la condizione che i due corpi siano del tutto liberi di muoversi: «bisogna dunque sapere che sono in quiete tra loro quei corpi che, senza essere impediti da alcun vincolo od ostacolo ad allontanarsi liberamente l'uno dall'altro, mantengono tuttavia la medesima distanza e posizione tra loro»²⁰.

Questa tesi, a prima vista certamente singolare, è argomentata mediante un procedimento di passaggio al limite; Huygens prende le mosse dalla considerazione, in sé ovvia, che la variazione di distanza tra due corpi può essere molto minore della loro velocità relativa calcolata lungo rette parallele: «il corpo A si muova in linea retta o secondo la riga AB; il corpo C, invece, lungo la parallela CD. Quando A si avvicina a B e C si avvicina a D, essi si muovono comunque l'uno rispetto all'altro, eppure mutano la loro distanza di pochissimo, quasi per niente»²¹.



Codex Hugeniorum 7A, f. 24r

¹⁹ *Ibidem*, p. 209.

²⁰ *Ibidem*, ivi.

²¹ *Ibidem*, p. 245.

Nulla impedisce di pensare, conclude Huygens, che la variazione di distanza possa non avere affatto luogo e il moto relativo continuare tuttavia a esistere; ciò accade, egli afferma, nel moto reciproco di corpi legati tra loro.

Il nuovo concetto di quiete così introdotto da Huygens si definisce grazie a una situazione, che si potrebbe definire originaria, nella quale sono dati nel mondo soltanto due corpi non vincolati; tale situazione riveste nella teoria huygensiana la stessa funzione che ha l'astrazione del corpo "indipendente" nella prima legge di Newton, con la differenza che il termine di raffronto dello stato di un corpo è costituito da una coppia di corpi in quiete tra loro e non dallo spazio immobile. La condizione, richiesta da Newton, dell'assenza di forze impresse si trasforma qui in quella della libertà dei corpi da vincoli di qualsiasi natura. In questa "traduzione" relativistica della situazione elementare della meccanica classica è già dato l'intero senso dell'impresa huygensiana, volta a costituire la scienza del moto su basi interamente meccanicistiche. Il compito che Huygens si propone è quasi paradossale: spiegare il movimento senza ricorrere ad altro che ai corpi e al moto stesso, rinunciando a fondarlo su una nozione di spazio. Come egli rifiuta di ricondurre il moto a un concetto di "attività" spurio e forse venato di antropomorfismo quale quello di *impetus* o di forza e rifugge da qualsiasi subordinazione del moto allo spazio assoluto, così, con la posizione originaria di due corpi liberi in quiete fra loro, egli consegue l'eliminazione della nozione di spazio immobile senza dover per questo rinunciare al principio d'inerzia, che costituisce la prima proposizione della meccanica. Esso descrive infatti per Huygens il comportamento di un terzo corpo che, trovandosi dapprima in quiete rispetto ai primi due, subisca un impulso: «se tre o più corpi non congiunti né collegati sono in quiete tra loro e, in seguito, uno di essi viene spinto, esso descriverà una linea retta rispetto agli altri due e proseguirà in essa con moto uniforme»²².

Una simile interpretazione relativistica dell'inerzia ha come immediata e sorprendente conseguenza la revisione della nozione stessa di linea retta, che non può essere definita a prescindere dal comportamento di almeno *tre* corpi liberi: «non si può infatti definire una linea retta rispetto allo spazio infinito senza corpi e nemmeno rispetto a un solo corpo, ma si può definirla rispetto a due corpi o rispetto a due punti in un unico corpo»²³.

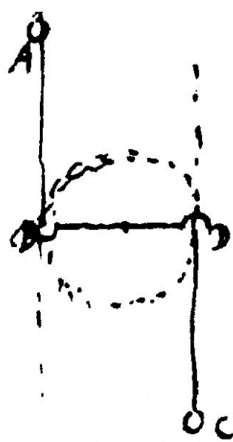
È fondamentale notare che la definizione del sistema di riferimento formato dai due corpi in quiete fra loro non costituisce affatto la reintroduzione surrettizia di un punto di osservazione assoluto: per Huygens possono infatti darsi infinite altre coppie di corpi dotati delle medesime caratteristiche, che non mutano cioè distanza e posizione reciproca pur senza essere vincolati. Tutti questi sistemi sono egualmente ammissibili e non vi è motivo per privilegiarne uno piuttosto che un altro; proprio quest'osservazione

²² *Ibidem*, p. 135. La proposizione è per Huygens indimostrabile, «un principio che deve essere postulato» (*ibidem*, p. 275). Altrove però egli tende a derivarla da considerazioni sul carattere isotropo dello spazio, ciò che mitiga in parte la straordinaria originalità del suo approccio: «E questo deve essere posto come principio, perché l'esperienza lo prova manifestamente ed è stato assunto da moltissimi prima di noi; e tuttavia si appoggia anche al seguente argomento: è egualmente consono alla ragione che corpi mossi l'uno rispetto all'altro continuino a muoversi senza deviare verso alcuna parte, se non interviene alcun impedimento, quanto che corpi in quiete tra loro perseverino nella quiete, se non accade nient'altro» (*ibidem*, p. 211).

²³ *Ibidem*, p. 135.

salva il carattere relativo di ogni movimento e di ogni quiete, perché, quand'anche si sarà determinata la quiete reciproca di un insieme di corpi, ad esempio delle stelle fisse, nulla potrà indicare se si tratti di una quiete o non piuttosto di un moto rettilineo e uniforme comune a tutti: «posto un numero definito di stelle fisse in riposo tra loro, resta necessariamente incerto [...] se esse siano trascinate tutte insieme da un velocissimo moto rettilineo oppure siano in quiete»²⁴.

Posta questa base, e cioè l'impossibilità di porre un unico sistema di corpi in quiete reciproca a fondamento di ogni moto e di ogni quiete, Huygens affronta il nodo del moto circolare, dalla cui soluzione dipende l'esito della polemica con Newton. La rotazione viene introdotta come una modificazione del moto rettilineo; egli immagina due corpi, A e C, mossi di moto rettilineo lungo direzioni parallele e secondo versi opposti:



Codex Hugeniorum 7A, f. 11v

«si muovano il corpo A lungo la retta AB ed il corpo C lungo la retta CD, parallela alla stessa AB. Sappiamo che questi corpi sono in movimento tra loro e l'uno rispetto all'altro. Ammetterete tuttavia che non si sappia in che misura ciascuno di essi sia mosso realmente, cioè rispetto allo spazio mondano. Poniamo ora un filo BD, perpendicolare ad AB ed a CD e posto in un luogo tale che, nello stesso momento, A incontri B e C incontri D; ci siano poi in B e in D degli uncini, ai quali entrambi i corpi si aggancino. Il loro moto rettilineo si trasformerà così in circolare ed il filo BD lo rivelerà con la propria tensione»²⁵.

Nonostante non vi sia più alcun cambiamento di distanza, la situazione nella quale i due corpi si trovano non è di quiete, in quanto essi sono ora vincolati dai “ganci” che impediscono loro di separarsi; si tratta invece di un moto circolare *vero*, come è manifestato dalla forza centrifuga che tende il filo che li unisce e che costituisce la caratteristica peculiare della rotazione. Se dunque la misurazione della forza centrifuga consente di stabilire la presenza e la quantità del moto circolare tra due corpi, nondimeno tale valore indica esclusivamente una grandezza relativa, da Huygens indicata in un caso con il termine *motio*²⁶; come infatti era impossibile, prima che il moto si trasformasse in circolare, attribuire valore assoluto al moto rettilineo dei due corpi, così, ora che esso si è accidentalmente mutato in rotatorio, la sua natura non è differente: «per

²⁴ *Ibidem*, p. 191.

²⁵ *Ibidem*, pp. 191-193.

²⁶ *Ibidem*, p. 187.

chi consideri la cosa in modo corretto, rimane solamente il moto relativo che c'era prima e non accade altro se non che il moto, che prima era lungo rette parallele, ora risiede nelle parti opposte della circonferenza (che possono egualmente essere dette parallele tra loro), mentre la distanza tra i corpi, che prima mutava continuamente, ora resta invariata a causa del vincolo. Anche in un simile moto circolare, dunque, non si conosce che il moto relativo, come nel moto dei corpi liberi»²⁷. Analoghe considerazioni valgono naturalmente per il caso di un unico corpo, che può essere considerato in rotazione a patto di immaginarlo composto di più parti animate da moti rettilinei in tutte le direzioni, tangenti cioè alla superficie.

Anche il moto circolare, nonostante la forza centrifuga alla quale dà *oggettivamente* luogo, è dunque sottoposto alla medesima critica relativistica usata contro il moto rettilineo assoluto: «se vogliono che sia vera la nozione di uno spazio immobile infinito, e dunque che esista anche un moto vero senza riferimento ad altri corpi, devono almeno ammettere che non è possibile determinare la quantità di quel moto vero, nemmeno per mezzo del moto circolare; in esso si conosce infatti soltanto la quantità, o velocità, del moto relativo tra le parti, non certamente quella di quel moto vero che essi si immaginano. Ciò, infatti, non possono affermarlo, poiché ammettono di ignorare quanta velocità vera abbia quel corpo che ruota su se stesso; a detta di loro stessi, infatti, esso può spostarsi tutto intero a grandissima velocità come anche essere in quiete»²⁸.

La posizione di Huygens diverge dunque da quella di Newton non sull'esistenza di un moto circolare vero, che per entrambi (ma non per Leibniz) è inequivocabilmente dimostrata dall'ingenerarsi di forze centrifughe, quanto piuttosto sulla possibilità di giudicare assoluta l'immobilità del centro di una rotazione vera; a maggior ragione è per Huygens del tutto illegittimo concludere, dall'individuazione di un corpo non dotato di moto circolare, la quiete assoluta dei corpi che non cambiano distanza rispetto a esso. Nulla obbliga a pensare che la quiete delle stelle fisse, che rispetto alla Terra si dimostra essere vera per le ragioni sopra esposte, afferisca in qualche modo ai loro luoghi e che sia dunque sufficiente avere determinato un centro di rotazione assoluta per stabilire un reticolo di coordinate atto a giudicare di qualsiasi moto e quiete; l'esistenza di una simile struttura universale, indipendente dai corpi e dai loro moti ma capace di influenzarli, non è in alcun modo giustificabile, per Huygens, e contrasta con il suo ideale di un meccanicismo rigoroso. Difficile era dimostrare l'inutilità dello spazio immobile nella fondazione della scienza del moto; in questo senso il fulcro dell'argomentazione huygensiana è la fondazione relativistica del principio d'inerzia, che egli può proporre solo dopo aver compiuto un passo tanto arduo quale l'affermazione dell'origine fisica del concetto di linea retta. Il ruolo che Newton attribuisce allo spazio immobile è da Huygens assegnato a due corpi in quiete reciproca e liberi da vincoli; ciò gli consente di eliminare l'immateriale sostrato dell'universo newtoniano e di preservare però, a partire dalla sua proposizione più elementare, l'intero patrimonio di conoscenze accumulato dalla meccanica a partire da Galileo.

²⁷ *Ibidem*, p. 193.

²⁸ *Ibidem*, p. 131.

Bibliografia

- C. HUYGENS, *Oeuvres complètes de Christiaan Huygens*, a cura della Società Olandese delle Scienze, 22 voll. in 23 tomi, Nijhoff, Den Haag 1888-1950.
- H.J.M. BOS ET AL. (a cura di), *Studies on Christiaan Huygens. Invited papers from the Symposium on the Life and Work of Christiaan Huygens, Amsterdam, 22-25 August 1979*, Swets & Zeitlinger, Lisse 1980.
- *Huygens et la France. Table ronde du C.N.R.S., Paris 27-29 mars 1979*, Vrin, Paris 1982.
- A. D'ELIA, *Christiaan Huygens. Una biografia intellettuale*, FrancoAngeli, Milano 1985.
- J.G. YODER, *Unrolling Time. Christiaan Huygens and the Mathematization of Nature*, Cambridge University Press, Cambridge 1988.
- G. MORMINO, *Penetralia Motus. La fondazione relativistica della meccanica in Christiaan Huygens, con l'edizione del "Codex Hugeniorum" 7A*, La Nuova Italia, Firenze 1993.
- *Christiaan Huygens*, numero monografico di "De zeventiende eeuw. Cultuur in de Nederlanden in interdisciplinair perspectief", XII (1/1996).
- F. CHAREIX, *La philosophie naturelle de Christiaan Huygens*, Vrin, Paris 2006.
- G. MORMINO, *Spazio, corpo e moto nella filosofia naturale del Seicento*, Mimesis, Milano-Udine 2012.