

Alberto di Sassonia e l’Ipotesi del Moto della Terra

Stefano Ranfone¹

Abstract

In this work we study some aspects of the medieval *disputae* about the hypothesis of a terrestrial motion. Usually these discussions were included in the *Comments* on the Aristotelian “De Coelo”, through a sequence of *Quaestiones*. After a brief summary where we mention the treatment of the problem as given by some authors, such as Thomas Aquinas and Buridanus, we concentrate our attention to Albertus of Saxony, giving and commenting two of his *Quaestiones*, where we may find some of the argumentations in favour of the rotation of the earth, which two centuries later played an important role in the Copernican Revolution.

1. L’Ipotesi del Moto della terra dall’Antichità a Tommaso d’Aquino

L’ipotesi del moto della terra è molto antica. La versione sicuramente più nota è quella dovuta al filosofo greco Aristarco di Samo (sec. III° a.C.) (Dreyer, 1970) (Pedersen, 1993), che attribuì alla terra sia il moto “diurno” di rotazione attorno al proprio asse, che il moto “di rivoluzione” (annuo) attorno al Sole, posto immobile al centro dell’universo. In tale sistema anche la sfera delle stelle fisse risulta in quiete, cosicché risultano in moto oltre alla terra solo i pianeti; questo è essenzialmente il sistema che sarà poi adottato da Copernico nel suo “*De Revolutionibus Orbium Coelestium*” del 1543 (Copernico, 1979) (Copernicus, 1543) (Pace, 2009).

Il sostanziale predominio del sistema geocentrico Aristotelico-Tolemaico, sia nella versione delle “sfere omocentriche” di Eudosso (Lerner, 2000) (Dreyer, 1970) che nella versione basata sugli epicicli e gli eccentrici di Tolomeo, con una terra in quiete al centro del Mondo, lasciò nell’oblio il modello eliocentrico di Aristarco fino almeno alla prima metà del XIV° secolo, quando lo ritroviamo nelle dispute dei maestri parigini. Tra le fonti di questi ultimi ci fu probabilmente lo stesso Tolomeo, che nel suo “*Almagesto*” (Ptolemy, 1952), tradotto in latino già nel XII° secolo, menziona l’ipotesi alternativa avanzata “*da certi filosofi*” (di cui non specifica il nome) con “*un*

¹ ITIS Marconi, Pontedera (PI); email: sranfone@alice.it ; url: www.stefano-ranfone.it

cielo immobile e la terra in rotazione diurna da ovest a est”, ipotesi che egli liquidava semplicemente definendola “assurda”. Della questione fa cenno anche Plutarco nei suoi “Opuscoli Morali” (Plutarco, 1598), dove, al cap. xiii del Libro Terzo “*Delle Cose Naturali*” col titolo “*Se la terra si muove*” scrive²: << ALCUNI vogliono che la terra sia fissa. FILOLAO Pithagorico che ella si giri in un cerchio torto d’intorno il fuoco a somiglianza del Sole & della Luna. HERACLIDE Pontico insieme con ECFANTE Pithagorico stimano che la terra si mova; non che ella si parta dal proprio luogo; ma fermata sopra la ruota, quasi sopra un’asse, d’intorno quello si giri da Occidente in Oriente. DEMOCRITO, che al principio rispetto la piccolezza, & leggerezza la terra andava quà, & là vagando; nondimeno col tempo condensata, & divenuta grave, si fermò. >> Altra probabile fonte di ispirazione per i filosofi medievali fu Simplicio, filosofo neoplatonico vissuto nel VI° secolo, che nel suo “*Commento al De Coelo*” Aristotelico (Simplicius, 1548) riferisce in modo esplicito: << *In centro autem existentem terram & circulariter motam, coelum autem quiescere Eraclides Ponticus supponens salvare nitebatur.*>> La rilevanza di questa testimonianza appare evidente già pochi anni dopo la sua traduzione in latino (1271), quando Tommaso d’Aquino nel suo *Commento al Secondo Libro del “De Coelo et Mundo”* (Tommaso d’Aquino, 1562) dà la stessa informazione. Nella sua *lectio* 11 (col. 199 nell’ediz. del 1562) scrive Tommaso: << *Non enim posset salvari apparens motus stellarum, si et stellae, quae videntur moveri, quiescerent, et orbis qui videntur, moveri. Quod etiam motus appareat, causatur ex motu visibilis, vel ex motu videntis* [evidente allusione al concetto della “relatività del moto”], *et ideo quidam ponentes stellas [fixas], et totum coelum quiescere, posuerunt terram, in qua nos habitamus, moveri ab occidente circa polos equinoctiales qualibet die semel, et ita per motum nostrum videtur nobis quod stellae in contrarium moveantur, quod quidem dicitur posuisse Eraclitus ponticus, et Aristarcus.* >> Ancora nella *lectio* 21 (col.248) troviamo: << [Aristoteles] *Ponit secundam opinionem, et dicit quod licet quidam dicant terram in centro positam, dicunt tamen ipsam moveri et revolvi circa polum semper statutum, idest circa axem mundi.* >> e poco dopo (col.249): << *Possumus autem et brevius dicere, quod quidam Eraclitus ponticus posuit terram in medio moveri, et coelum quiescere: cuius opinionem hic Aristoteles ponit.* >> Ricordiamo che nel *De Coelo* Aristotele sembra attribuire a Platone la convinzione di una terra al centro del mondo ma in rotazione attorno al proprio asse (Tommaso d’Aquino, 1562)³: << *Quidam autem in centro ipsam [terram] iacentem nolunt, et circa ipsum polum per universum extensum moveri dicunt, ut in Timaeo est scriptum.*>> Tommaso ritiene tuttavia, testimone lo stesso Simplicio, che Platone voglia la terra in quiete al centro del mondo come lo stesso Aristotele, e pensa che quest’ultimo nel suddetto brano volesse in realtà riferirsi proprio ad Eraclide Pontico. Un ulteriore accenno lo troviamo anche nella *lectio* 26 (col. 266), dove Tommaso essenzialmente ripete quanto già scritto in precedenza: <<...*quidam, scilicet Pythagorici posuerunt eam [terram] moveri circa medium mundi, ac si esset una stellarum, alij vero, sicut in Tymaeo scribitur, ponentes terram esse in medio, dicunt eam revolvi circa medium coeli, idest circa axem dividentem coelum per medium.*>> Curiosamente Tommaso non approfondisce la questione, probabilmente perché convinto dell’evidente *assurdità* di tale ipotesi. Infatti si limita a riportare essenzialmente le quattro *ragioni* con cui, secondo la fisica aristotelica, si dimostra inequivocabilmente l’impossibilità di qualunque moto terrestre. Innanzitutto (I), un eventuale moto circolare terrestre sarebbe necessariamente “violento”, visto che Aristotele già

² Si è qui voluto mantenere il testo originale di questa edizione (1598), nella traduzione di Marc’Antonio Gaudino.

³ Il testo aristotelico, nelle due versioni latine, “antiqua” e “edita dall’Argyropulo”, si trova intercalato dallo stesso *Commento* di Tommaso.

assegna alla terra un proprio “*moto naturale*” rettilineo verso il basso (in virtù della sua *gravitas*), e ciò sarebbe problematico poiché, come è noto, i moti violenti hanno una durata temporale limitata e non possono essere quindi *sempiterni*. Inoltre (II), se il moto della terra risultasse dalla composizione di più moti circolari distinti (solo alla sfera delle stelle fisse viene attribuito un unico moto circolare), non potremmo spiegare come il sorgere ed il tramontare delle stelle avvenga sempre negli stessi punti dell’orizzonte. Nella terza *ragione* (III) si ricorda che ogni corpo che si muove deve avere un tipo di moto uguale a quello delle sue parti, cosicché alla terra, qualora fosse allontanata dal centro del mondo, si potrebbe assegnare il solo moto rettilineo. Pertanto, poiché ogni corpo semplice resta in quiete una volta raggiunto il suo “*luogo naturale*”, così la terra che di fatto si trova nel centro del mondo, deve essere immobile. Infine, nella quarta (IV) ed ultima *ragione*, utilizzata anche dagli stessi maestri parigini per confutare il moto terrestre (dopo aver però proposto alcune motivazioni a sostegno dell’ipotesi contraria), Tommaso osserva che un eventuale moto diurno della terra renderebbe inspiegabile l’osservazione secondo la quale una pietra⁴ lanciata verticalmente verso l’alto ricade esattamente nello stesso punto dal quale è partita, anziché subire uno spostamento verso ovest⁵. L’Aquinata espone le suddette *ragioni* nel seguente testo (*coll.266-270*): << ...[Aristoteles] *ostendit quod impossibile est terram sic moveri quattuor rationibus. In quarum prima accipit hoc pro principio, quod, si terra moveretur circulariter, sive existens in medio mundi, sive extra medium mundi, necesse esset quod talis motus sit ei violentus. Manifestum est enim quod motus circularis non est proprius, et naturalis motus terrae: quia, si esset ei hic motus naturalis oporteret quod quaelibet particula eius haberet hunc motum: quia idem est motus naturalis totius et partis, ut supra dictum est; hoc autem videmus esse falsum: nam omnes partes terrae moventur motu recto usque ad medium mundi. Si vero motus terrae circularis sit violentus praeter naturam non potest esse sempiternus, quia sicut in praecedenti habitum est, nullum violentum est sempiternum; sed, si terra movetur circulariter, necesse est quod talis motus sit sempiternus secundus eius [Aristotelis] opinionem: quia secundum ipsum oportet quod ordo mundi sit sempiternus. Motus autem vel quies partium principalium mundi pertinet ad ordinem ipsius, sic ergo sequitur quod terra non movetur circulariter. Secunda rationem ponit [Arist.]⁶: Quae ratio talis est: omnia corpora quae circulariter moventur sunt haesitantia et non uniformen situm habentia, ex eo quod quolibet eorum movetur pluribus motibus, et non uno solo, excepta una sphaera, quae uno motu movetur: et haec secundum ipsum [Aristoteles] est sphaera stellarum fixarum. Si ergo terra habet motum circulaem, sive in medio existens sive extra medium, oportet quod moveatur pluribus motibus, scilicet motu primae sphaerae circa polos zodiaci, quod non potest esse: quia si hoc esset, contingeret fieri mutationes et versiones stellarum fixarum per respectum ad terram, quae propter proprium motum suum deficerent, ut non redirent ad idem punctum simul cum stella sphaerae, vel ipsa terra vel aliqua pars eius signata. Sicut accidit de planetis: et ita sequitur, quod stellae fixae non semper viderentur oriri, et occidere secundum eandem partem terrae: quod non accidit, sed semper oriuntur et occidunt secundum eadem loca designata. Non ergo terra circulariter movetur. Tertiam rationem ponit [Arist.]: Quae quidem procedit ex situ partium terrae et totius, secundo circa hoc movet quandam dubitationem [Arist.]. Tertio concludit quod intendit. Dicit [Aristoteles] ergo primo, quod idem est motus partium terrae secundum suam naturam ad*

⁴ Buridano ed Oresme si riferiscono invece ad una “freccia”.

⁵ In realtà, già Oresme intuirà che il problema può essere risolto assumendo che la pietra (o la freccia), essendo partecipe del moto circolare della terra, venga da questo trascinata verso ovest.

⁶ Il testo di Aristotele, al quale Tommaso fa seguire il proprio commento, non viene qui riportato, ma genericamente indicato come: “[Arist.]”.

medium mundi, et totius; et similiter, si terra esset extra medium mundi, moveretur ad medium mundi secundum suam naturam: quia idem est motus naturalis totius et partis.>> A questo punto Tommaso pone il seguente dubbio: “i corpi gravi si muovono di moto naturale verso il centro del mondo, oppure verso il centro (*magnitudinis*) della terra ?” Essenzialmente risponde affermando che di fatto questi due centri coincidono. Quindi prosegue: << *Concludit propositum: et infert duas conclusiones, quarum prima est quod terra sit in medio mundi: Quod quidem concludit sic, ex praemissis terra est in medio mundi: omnia autem corpora gravia moventur ad medium terrae, ut probatum est; ergo medium terrae est medio mundi, et ita terra est medio mundi. Secunda conclusio est quod terra sit immobilis: quod quidem contingit ex praemissis sic, nihil movetur in loco ad quem naturaliter movetur: quia ibi naturaliter quiescit. Sed terra aliquando movetur ad medium mundi, ut probatum est; ergo terra nullo modo movetur.>>* Conclude quindi con la quarta argomentazione: << *Quartam rationem ponit ibi [Arist.]: Videmus enim quod, si suppositus sit lapis alicui tabulae, et projiciatur secundum sui in directum, iterum cadet super eandem rectitudinem, quam sursum motum; si tabula non moveatur cadet lapis in eundem locum ut prius, si autem tabula moveatur cadet lapis in alium locum, tanto magis distantem, quanto lapis magis fuerit in altum proiectus: quia secundum hoc erit maius tempus inter principia projectionis et terminum tactus. Videmus autem quod gravia proiecta sursum secundum regulam, idest secundum rectam lineam, iterum revertuntur in eundem locum terrae, unde fuerunt proiecta. Et ne aliquis dicat quod hoc accidit propter tarditatem motus terrae: unde imperceptibilis est distantia utriusque loci; subiungit quod hoc idem accidit si infinitum una vice post aliam aliquis projiciat lapidem sursum: ita scilicet quod magnitudo temporis faciat distantiam locorum esse perceptibilem; et ita patet quod terra non movetur. Deinde epilogando concludit manifestum esse ex praemissis, quod terra neque movetur neque habet situm extra medium mundi.>>* Nell’ultimo paragrafo della sua *lectio* 26 (col.271), Tommaso sembra anticipare una delle obiezioni che sarà avanzata dai filosofi naturali del secolo successivo, secondo cui non sarebbe possibile “*salvare le apparenze*” osservate nelle eclissi di Sole e Luna: << *...similiter etiam improbarentur regulae eclipsium. Non enim eclipses Lunae fierent in directa opposizione Solis et Lunae, si terra non esset in medio. Quod autem terra non moveatur transiens de loco ad locum, contingit ex hoc quod terra semper est in medio. Et iterum sequeretur quocumque motu moverentur: quod propter velocitatem sui motus occultarentur a nobis omnes alij motus vel nubium vel animalium. Non enim videtur quod tardius moveatur iuxta corpus velocius motus; sic igitur epilogando concludit Philosophus [Aristoteles] quod de loco, et motu, et quiete terrae quomodo se habeant tanta dicta sint.>>*

Da quanto abbiamo visto in questi brani estratti dal suo *Commento* al “*De Coelo*”, Tommaso si limita ad esporre e commentare quanto scritto dallo stesso Aristotele a proposito della possibilità del moto terrestre, senza addurre nessuna ragione a favore di tale ipotesi, contrariamente a quanto faranno i maestri parigini nel secolo successivo. Tra questi troviamo proprio Alberto di Sassonia (c.ca 1316–1390), sulla cui trattazione del problema ci concentreremo più avanti, e i forse più noti Giovanni Buridano (1295–1358), e Nicola Oresme (1320–1382). Le loro discussioni sull’ipotesi del moto terrestre, contenute nei rispettivi *Commentari* al “*De Coelo*”, sono già state ampiamente studiate e analizzate da molti autori, tra i quali meritano una particolare menzione il Duhem (Duhem, 1958), il Clagett (Clagett, 1972), che include nei “documenti” diversi passi dei testi originali, sia in latino che in traduzione moderna, il Crombie (Crombie, 1970), ed Edward Grant, che nella sua opera fondamentale sulla “*Cosmologia Medievale*” (Grant, 1996) ha dato molto spazio all’argomento. Oltre a questi studi di carattere generale, esistono anche lavori specifici sui

singoli autori; tra questi citiamo il “*Le Livre du ciel et du monde*” di Nicola Oresme, nell’edizione di Menut e Denomy (Oresme, 1968) contenente oltre all’originale francese anche la traduzione in inglese, e le “*Quaestiones super libris quattuor De caelo et mundo*” di Giovanni Buridano, sia nell’edizione in latino edita da E.A. Moody (Buridanus, 1942) che in quella in italiano curata da A. Ghisalberti (Buridano, 1983).

E’ interessante rilevare come le nuove discussioni relative all’ipotesi del moto della terra, parimenti a molte altre speculazioni scientifiche, vennero *ispirate*, almeno in parte, proprio dalle “*Condanne dei 219 articoli*” di argomento teologico e filosofico pronunciate nel 1277 dal Vescovo di Parigi Stefano Tempier (Crombie, 1970). In realtà nessun autore medievale osò schierarsi apertamente ed in modo definitivo in favore di tale ipotesi, probabilmente per motivi dettati dalla prudenza e per non entrare in conflitto con le autorità ecclesiastiche; essi si accontentarono di presentarla come pura *supposizione*, da poter avvalorare da un certo numero di argomenti a favore, per poi però confutarla con altrettanti, e forse più conclusivi, argomenti a sfavore. In generale comunque la maggior parte dei filosofi medievali rimase fermamente convinto della centralità della terra, discutendo eventualmente solo della possibilità di un suo moto rotatorio diurno, come previsto nella versione “intermedia” del modello di Aristarco, elaborata dal filosofo Eraclide Pontico. In questo modello si lascia infatti la terra al centro del mondo, attribuendogli il solo moto circolare attorno al proprio asse, con i pianeti Mercurio e Venere in rotazione attorno al Sole (per poter spiegare la loro elongazione massima); la Luna, lo stesso Sole, ma anche Marte, Giove e Saturno, ruotano attorno alla terra centrale, come nell’ordinario sistema geocentrico. Secondo il Clagett (Clagett, 1972) è possibile che un autore del IX° secolo, Giovanni Scoto Eriugena (AA.VV., 2006), abbia esteso il sistema di Eraclide, facendo ruotare attorno al Sole, oltre a Mercurio e Venere, anche Marte e Giove; un sistema che, con l’eccezione di Saturno, coincide con il modello “ibrido” che Tycho Brahe (Dreyer, 1970) introdusse a cavallo tra il XVI° ed il XVII° secolo.

Come fatto notare dal Duhem (Duhem, 1958), un’interessante testimonianza delle discussioni che venivano fatte dai *Maestri* di Parigi già nel primo quarto del XIV° secolo, la dobbiamo allo scolastico Francesco di Meyeronnes (tra il 1321 e il 1327). Nel suo “*Scriptum in secundum Sententiarum*” (Meyeronnes, 1520) troviamo infatti: << *14^a diffi[cultas]: de terra quod est immobilis: cum ignis et alia sint mobilia. Dicit tamen quidam doctor quod si terra moveretur et coelum quiesceret: quod hic esset melior dispositio. Sed hoc impugnatur propter diversitatem motuum in coelo quod non potest salvari... >>. Poiché sappiamo che lo *Scriptum* dell’autore sul *Primo Libro delle Sentenze* fu scritto nel 1321, sei anni prima della sua morte, ne possiamo concludere che il non meglio precisato “*quidam doctor*” al quale qui ci si riferisce, disputasse a Parigi della possibilità del moto della terra (associato ad una “miglior disposizione” del cielo!) già nel primo quarto del secolo, prima che lo stesso Buridano ne diventasse rettore (1328 e poi 1340).*

La cronologia dei tre autori “parigini” che maggiormente ci interessano in questo lavoro, Giovanni Buridano, Alberto di Sassonia e Nicola Oresme, può essere determinata piuttosto facilmente. Buridano scrisse sicuramente le sue “*Quaestiones super libris quattuor de Coelo et Mundo*” nel secondo quarto del secolo; più precisamente, E.A. Moody (Buridanus, 1942), pag. xvii) ritiene di poter fissare la data di composizione dell’opera attorno al 1340. Tra i seguaci di

Buridano troviamo proprio Alberto di Sassonia, detto anche *Albertus Parvus*⁷; già Rettore della Sorbona nel 1353, diventò successivamente primo Rettore dell'Università di Vienna nel 1365 e infine Vescovo di Halberstadt dal 1366. Si ritiene che compilasse le sue "*Quaestiones subtilissime in libros Aristotelis de coelo et mundo*" (Albertus_de_Saxonia, 1492) nel 1368, a quasi trenta anni dalla pubblicazione del testo di Buridano. Infine, Nicola Oresme: anch'esso discepolo di Buridano, si laureò in Teologia a Parigi intorno al 1355, e ne divenne *Magister* alla Facoltà delle Arti; dapprima Canonico di Rouen fu poi nominato Vescovo di Lisieux nel 1377; secondo il Duhem (Duhem, 1958) scrisse il "*Livre du Ciel et du Monde*" (Oresme, 1968) nello stesso anno, cinque anni prima della morte (1382). L'Opera fu scritta in francese, su richiesta esplicita del sovrano Re Carlo V. Anche se quest'opera contiene una più o meno esplicita difesa dell'ipotesi del moto terrestre (riportata nel cap. XXV del 2° libro), è interessante notare che precedentemente lo stesso autore si era invece schierato apertamente a sfavore, come risulta dalle sue "*Questiones super libris meteororum*", edite da un manoscritto della biblioteca di S. Gallo da M.H. Sutet (vedi (Duhem, 1958), pag. 329).

2. Buridano e l'Ipotesi del Moto terrestre

Prima di trattare quanto scrive Alberto di Sassonia sull'ipotesi del moto terrestre, vediamo brevemente come aveva affrontato la questione il suo predecessore Giovanni Buridano, basandoci su quanto esposto dal Ghisalberti (Buridano, 1983) nella "Introduzione" (pag.51-52) al testo in traduzione italiana del "Commento al trattato Del Cielo di Aristotele".

Buridano discute del possibile moto della terra nella *Quaestio XXII* del secondo libro, lasciando alla *quaestio* successiva il problema relativo alla sua forma sferica. Come lui stesso afferma nel testo⁸, "*forse [solo] per amore di disputa*", avanza una serie di argomentazioni a favore dell'ipotesi di una terra soggetta sia al moto circolare (diurno) attorno al proprio asse, che in rotazione (annua) attorno al Sole. Sebbene alla fine, probabilmente più per prudenza che per effettiva convinzione, aderisce al tradizionale sistema aristotelico-tolemaico con la terra in quiete posta al centro del mondo, quanto scrive in favore dell'ipotesi contraria costituisce un importante precedente per gli autori successivi, ed in particolare anche per l'autore che qui ci interessa più da vicino, Alberto di Sassonia. Buridano fa innanzitutto notare che è possibile render conto delle osservazioni, lasciando il cielo in quiete e attribuendo alla terra ed a tutti gli altri pianeti solo moti da ovest a est: la terra compiendo un giro completo attorno al proprio asse in 24 ore, la Luna in un mese, il Sole (come pure Mercurio e Venere) in un anno, Marte in due anni, Giove in dieci anni e infine Saturno in trenta. Vista la loro importanza, vediamo sommariamente le argomentazioni di Buridano a favore del moto terrestre, così come le riporta lo stesso Ghisalberti (Buridano, 1983):

- a) È più conveniente affermare che colui che ha bisogno di qualcosa si muova per ottenere quella cosa, piuttosto che si muova colui che non ha bisogno di nulla; siccome il cielo è

⁷ Nome attribuitole per distinguerlo da Alberto Magno.

⁸ "Debemus etiam scire quod volentes istam opinionem forte gratia disputationis sustinere, ponunt ad eam quasdam persuasiones", (Buridanus, 1942), pag.227-228).

- perfetto e non ha bisogno di nulla, dunque è più conveniente che sia la terra a muoversi intorno al cielo, della cui influenza essa necessita;
- b) Il bisogno di agire concerne gli enti meno perfetti, mentre gli enti più perfetti necessitano di poche azioni; la sfera delle stelle fisse non ha perciò bisogno di movimento, mentre le sfere più in basso hanno bisogno di un numero sempre maggiore di movimenti, sino alla terra, che perciò deve avere un moto velocissimo;
 - c) La quiete è uno stato più nobile del moto; è dunque conveniente che i corpi più perfetti, come il cielo delle stelle fisse, sia in uno stato di quiete, mentre alla terra, che è meno perfetta, conviene l'essere in movimento;
 - d) Con il moto della terra, ogni movimento circolare sarebbe da occidente verso oriente, per cui risulterebbe che noi abitiamo la parte della terra situata alla destra del cielo e in alto; e ciò è conveniente perché la parte abitabile della terra è più nobile rispetto alle altre e pertanto va collocata a destra e in alto⁹;
 - e) In base al *principio di economia*¹⁰, si deve scegliere sempre la spiegazione più facile; ed è più facile muovere la terra, che è un corpo piccolo, che non il cielo delle stelle fisse, molto più grande.

Dopo aver avanzato le sue ragioni a favore del moto terrestre, Buridano si occupa, nel rispetto della tradizione *Scolastica*, di controbattere alle possibili obiezioni. Innanzitutto risponde a coloro che affermano che le stelle (fisse) appaiono muoversi nel cielo da oriente a occidente, facendo notare che osserveremmo lo stesso fenomeno anche assumendo il *cielo* (i.e., la “*sfera delle stelle fisse*”) in quiete e la terra in moto diurno da occidente ad oriente, come risulta dall'esperienza della relatività dei moti: “il capitano di una nave in movimento che incontra un'altra nave in quiete non ha modo distinguere tale situazione da quella in cui è la sua nave ad essere in quiete e l'altra nave ad essere in moto”¹¹. A coloro che ritengono che il veloce moto diurno della terra potrebbe causare un notevole calore in conseguenza dell'attrito con l'aria, Buridano risponde che con la terra verrebbero *trascinate* anche le sfere dell'acqua e dell'aria, eliminando così ogni attrito. Infine veniamo all'obiezione associata al moto verticale della *freccia*, che vediamo ricadere esattamente nello stesso punto dal quale è stata lanciata, contrariamente a quanto ci si potrebbe aspettare nel caso di una terra in movimento; come abbiamo già visto, per San Tommaso - seguendo Aristotele e Tolomeo - si tratta di una delle prove decisive a favore dell'immobilità della terra. A questa argomentazione Buridano risponde sfruttando di nuovo l'idea precedente, secondo la quale l'aria stessa, trascinata dal moto terrestre, trascinerrebbe a sua volta anche la freccia. Come è noto, quest'ultima spiegazione è errata; Oresme, in effetti, sembra essere stato il primo a rendersi conto che la ragione per cui una freccia lanciata verso l'alto ricade nello stesso punto di partenza, è che la

⁹ Argomentazione, come giudica Grant (Grant, 1996) nella nota 86 a pag. 641, piuttosto oscura, basata su quanto scrive lo stesso Aristotele nel cap. 2 del Secondo libro del “*De Coelo*”.

¹⁰ Si tratta essenzialmente di un'applicazione del ben noto “Rasoio di Ockham”, principio sul quale si baseranno, tra gli altri, anche Oresme (Oresme, 1968) lib.2, cap.25, pag.535), Copernico (Copernicus, 1543) lib.1, cap.8) e Galileo (Galilei, 1632).

¹¹ Oresme arriva perfino ad affermare che “non si può escludere a priori la possibilità di una terra in moto basandosi solo sull'esperienza [osservazione]”, e che pertanto a riguardo “nessun argomento possa essere conclusivo” (Oresme, 1968), pag.521): << Que l'on ne pourroit prouver par quelconque expérience que le Ciel soit Meu de mouvement journal et la Terre non.>> Saranno infatti solo argomentazioni legate alla fede che convinceranno Oresme alla fine della sua lunga discussione a dichiararsi favorevole al modello geocentrico tradizionale con la terra in quiete ed il cielo in movimento.

freccia stessa partecipa al moto della terra, acquisendo oltre alla velocità verso l'alto impressa dal lancio stesso, anche una velocità "orizzontale" dovuta alla rotazione diurna terrestre¹². Curiosamente è proprio al termine di questa discussione, dopo aver difeso in maniera abbastanza decisa e forse convinta la nuova ipotesi, che Buridano sembra cambiare idea, dichiarando "debole" la risposta di quanti sostengono il moto della terra; e per farlo utilizza proprio la sua "Teoria dell'Impetus"¹³: << *Ma questa risposta non è sufficiente: infatti lo slancio (impetus) violento della freccia nel salire farebbe resistenza al moto laterale dell'aria, in modo che la freccia non si muoverebbe tanto quanto l'aria* >> (quest. xxii, pag.398 in (Buridano, 1983)). Infine, ad ulteriore prova dell'immobilità della terra l'autore fa notare come il moto *proprio* (cioè *naturale*) della terra non possa essere quello circolare, caratteristico dei corpi celesti, ma quello rettilineo verso il basso dei corpi *gravi*. Con ciò Buridano, aderendo al modello ortodosso aristotelico-tolemaico, conclude la sua discussione.

3. La *Quaestio XXVI* di Alberto di Sassonia: "Quod quidem igitur neque movetur neque extra medium ponitur terra manifestum etc."

Alberto di Sassonia tratta dell'ipotesi del moto terrestre essenzialmente in due delle sue "*Quaestiones*" del Commento al "*De Coelo*". In particolare, le sue argomentazioni, per lo più analoghe a quelle di Buridano, sono esposte nella XXVI^a *Quaestio* del II° Libro¹⁴ (Albertus_de_Saxonia, 1492) (ca. G4v – G5r) dal titolo: "*Quod quidem igitur neque movetur neque extra medium ponitur terra manifestum etc. [Textu commentii centesimi primi]*". La seconda parte di questa *Quaestio* è riportata, nell'originale latino, dal Clagett (Clagett, 1972) a pag. 628, nota 8. Qui vogliamo presentarla integralmente: << *Secundum propositorum erat utrum terra in medio coeli, seu in medio mundi, semper quiescat, vel semper moveatur. Videtur quod non semper quiescat. Primo, quia illud quod habet in se principium et potentiam movendi non semper quiescit; terra est huiusmodi, ergo etc. Maior est notus: nam, aliter illud principium et illa potentia essent in eo frustra; minor probatur: nam terra est corpus naturale; ideo habet in se naturam et per consequens principium et potentiam movendi, quod patet per diffinitionem naturae positam secundo physicorum, quo dicitur natura est principium movendi etc. Secundo, terra est alterabilis et de facto alteratur; ergo non semper quiescit; consequentia tenet ex eo quod alteratio est species motus. Antecedens patet, quia de facto est applicatum sibi contrarium ex una parte, scilicet aqua quod est humida, terra autem sicca, et ex alia parte aer quod est calidus et humidus; terra autem frigida et sicca; et est quia ipsa continue alteratur a calore et lumine et alijs influentijs corporum coelestium. Tertio, quia continue terra ex illa parte super quam directe est sol levificatur [i.e., "viene rarefatta"]; ergo, cum centrum gravitatis terrae debeat esse medium mundi, sequitur quod alia pars istam levificatam pellit [i.e., "mette in movimento"] sursum tam diu quod centrum gravitatis totius sit medium mundi; et ideo, quia continue sic aliqua pars terrae levificatur, videtur*

¹² Oresme ((Oresme, 1968), lib.II, ch.29, pg. 553), Galileo ((Galilei, 1632), pag. 138) e Crombie ((Crombie, 1970) pag. 277-278).

¹³ "Sed ista evasio non sufficit, quia impetus violentiate sagittae in ascendendo resisteret motui laterali aeris, ita quod non in tanto moveretur quantum aer moveretur; sicut si per magnum ventum movetur aer, sagitta emissa sursum non in tanto movetur lateraliter quantum ventus movetur, licet aliquantulum moveatur"; ((Buridanus, 1942), pag. 229-230).

¹⁴ Pur essendoci basati principalmente sull'edizione stampata a Venezia nel 1492, in presenza di dubbi testuali abbiamo consultato anche le edizioni del 1481 (Albertus_de_Saxonia, 1481) e del 1497 (Albertus_de_Saxonia, 1497).

*quod continue sic terra moveatur. Quarto, terra continue movetur circulariter; ergo non semper quiescit; consequentia tenet; antecedens probatur, quia coelum quiescit, et stellae coeli successive nobis oriuntur et occidunt; ergo terra continue movetur circulariter. Consequentia scita est esse bona, quia si coelum quiescit, ortus et occasus stellarum non possit salvari nisi per motum; et antecedens est dubium, quia per nullas experientias nec apparentias possumus scire coelum moveri; ergo dubium est: utrum coelum moveatur, cum ergo consequentia sit scita esse bona; et antecedens dubium, consequens non est simpliciter negandum, scilicet terram moveri circulariter. Et possunt adduci aliquae persuasiones ad hoc quod terra moveatur et coelum quiescat. Quarum prima est ista: coelum non indiget ad aliquod sibi acquirendum terra, et terra indiget coelo ad aliquod acquirendum, scilicet influentiam; ergo rationabilius videtur quod terra moveatur et coelum quiescat, quam econverso. Confirmatur, motus est propter indigentiam, modo illud quod pluri indiget plus debet moveri; terra autem pluribus indiget quam coelum, ergo etc. Tertio, quies est nobilior conditio quam motus, quia est finis motus; ergo quies debet attribui corporibus nobilibus sicut est coelum et motus minus nobilibus: de quorum numero est terra. Quarto, melius est salvare apparentia per pauciora quam per plura. Patet: nam primo physicorum, dictum est peccatum est fieri per plura etc; modo cum facilius sit movere parvum quam magnum, melius et rationabilius videtur quod terra quae est valde parva velocissime moveatur, et sphaera suprema quiescat, quam econverso. Quinto, ad principale: omni corpori simplici debetur naturaliter aliquis motus simplex, primo huius; terra est huiusmodi, cum sit unum de quatuor elementis, ergo etc. Sexto, terra est figurae sphaericae; figura autem spherica est multum apta ad motum, et maxime circularem; ideo nisi terra de facto moveretur circulariter, vel aliquando saltem videretur quod talis aptitudo terrae ad motum esset frustra.>>. Queste sono le quattro argomentazioni, seguite da sei “persuasioni” (cioè, argomentazioni non dimostrative ma “ragionevoli”), che Alberto pone a favore del moto della terra. L’analogia con le argomentazioni di Buridano, fondamentale le stesse date anche da Oresme nel suo “*Livre du Ciel*” (Oresme, 1968), è evidente.*

Analizziamo un po’ più da vicino quanto scritto da Alberto. La prima argomentazione si basa sul fatto che, secondo Aristotele, ogni corpo naturale, e quindi anche la stessa terra, ha in sé il *principio* e la *potenza* atti al “moto” (inteso nel senso ampio datogli dal filosofo stagirita). La seconda sfrutta l’*alterabilità* e la *corruttibilità* di tutto ciò che è “*sublunare*”, considerate “forme di moto” (*non-locale*) secondo la fisica Aristotelica. La terza esamina il possibile moto (rettilineo) della terra causato dalla “rarefazione” indotta dal calore della parte esposta al sole: poiché si assume che il centro (di gravità) della terra debba sempre coincidere col centro del mondo, tale rarefazione induce uno spostamento dell’intera terra che tende ad avvicinare la parte delle terre emerse al cielo¹⁵; argomento già considerato da altri autori, tra i quali Pietro d’Ailly¹⁶ (Ayliaco, c.ca 1483). La quarta argomentazione è basata sul “Principio di Relatività del moto”, secondo cui non è

¹⁵ Ciò ha senso solo perché si riteneva che l’emisfero opposto al nostro fosse interamente sommerso dall’oceano, e quindi non direttamente esposto al calore del Sole.

¹⁶ Nel quarto capitolo del suo “*Ymago Mundi*”, dal titolo “*De quatuor elementis et eorum situ*”, si legge: << Nam aqua non circumdat totam terram sed partem unam dimittit discoopertam pro animalium habitat ione, quia una pars terrae est minus gravi set ponderosa qua malia, et ideo illa est altior et a centro mundi magis elevata. Residuum vero praeter insulas est totum coopertum aquis secundum comunem philosophorum opinionem. Terra igitur tamquam elementum gravius est in centro seu medio mundi. Ita quod centrum terrae seu centrum gravitatis ipsius. Vel secundum aliquos centrum gravitatis terrae simul et aquae est centrum mundi. Et licet in terra sint monte set valles propter quod non est perfecte rotunda, tamen ipsa valde tendit ad rotunditatem. Ideo eclipsis Lunae quae causatur per umbram terrae apparet rotunda, unde dicunt terram esse rotundam quia rotunditati proxima>>.

possibile, da un punto di vista osservativo, distinguere il caso in cui la sfera delle stelle fisse (il cielo) è soggetta al moto diurno di 24 ore e la terra resta in quiete al centro del mondo, ed il caso in cui il cielo resta fermo mentre la terra compie una rotazione diurna attorno al proprio asse: in entrambi i casi assisteremmo al sorgere e al tramontare del sole, dei pianeti e delle stelle. Come già visto, la “Relatività del Moto” venne utilizzata per giustificare la possibilità del moto della terra sia da Buridano che da Oresme.

Tornando all’analisi del testo precedente, vediamo che alle suddette quattro “argomentazioni” Alberto fa seguire sei “persuasioni” (“...*et possunt adduci aliquae persuasiones ad hoc quod terra moveatur et coelum quiescat...*”). La prima delle quali si basa sul fatto che è la terra ad aver bisogno del cielo, per esempio attraverso le “influenze” che questo ha sul mondo *corruttibile* “sub-lunare”, e non viceversa. La seconda risulta essere semplicemente un corollario della prima: si fa infatti notare che il moto spetta maggiormente a *ciò che è più manchevole di qualcosa*; e come si è appena detto, è la terra ad aver maggior bisogno di acquisire qualche effetto dal cielo, piuttosto che quest’ultimo dalla terra stessa. La terza “persuasione” prende in considerazione il fatto che lo stato di “quiete” è più nobile dello stato di moto, poiché il fine ultimo di ogni moto è lo stesso stato di quiete; pertanto il moto spetta ai corpi meno nobili, e quindi piuttosto alla “corruttibile” terra che all’ “incorruttibile” cielo. Con la quarta, utilizzata anche da Buridano e conseguenza del “principio di economia” (“*rasoio di Ockham*”), si afferma che è meglio “*salvare le apparenze*” con uno sforzo minimo, facendo muovere qualcosa di piccolo come la terra, piuttosto che con uno sforzo maggiore, muovendo il cielo enormemente più grande. La quinta persuasione si fonda sul principio aristotelico secondo cui ad ogni *corpo semplice* va attribuito un *moto semplice*; poiché la terra è un corpo semplice, è naturale aspettarsi che anch’essa, come gli altri elementi (aria, acqua e fuoco), sia caratterizzata da un qualche moto semplice. Per ultima, Alberto considera l’attitudine naturale dei corpi sferici (come la terra) al moto, ed in particolare a quello circolare, precisando che tale predisposizione andrebbe sprecata (“*esset frustra*”) se la terra non si muovesse affatto.

A questo punto, forse un po’ inaspettatamente, Alberto prende le distanze dall’ipotesi del moto terrestre, convinto che non si possano spiegare tutti i fenomeni celesti osservati, come le eclissi, le congiunzioni, le irregolarità dei “moti planetari”, etc., mantenendo il cielo in quiete e assumendo solo la rotazione diurna della terra. Inizia quindi con la seguente premessa: << *Deinde probatur quod non semper moveatur auctoritate Aristotelis, et maxime circa principium huius [i.e., “De Coelo et Mundo”], ubi ponit istam consequentiam, tamquam bonam: coelum semper movetur, ergo necesse est terram semper quiescere. In ista questione primo ponende sunt distinctiones, secundo conclusiones.*>> Quindi espone le sue “distinzioni”: << *Quantum ad primum sit prima distinctio, quod terram moveri potest intelligi vel secundum qualitatem, vel quantitatem, vel ubi, vel secundum mutationem eius in substantia, accipiendo motum largo modo. In proposito non intelligo nisi de motu secundum ubi. Secunda distinctio, terram moveri secundum ubi potest imaginari dupliciter, scilicet motu recto vel motu circulari, et intelligo propositum de totali terra¹⁷ cuius medium gravitatis est medium mundi. Tertia distinctio, terram moveri circulariter potest intelligi uno modo*

¹⁷ Entrambe le edizioni del 1492 e del 1497 contengono lo stesso errore, riportando: “...intelligo propositum de tota litera cuius medium...”, di dubbio senso; errore segnalato dal Clagett (Clagett, 1972), che nella sua trascrizione parziale del testo (data nella nota 8 a pag. 628) scrive: “...de tota litera [! terra?] cuius...”. L’ediz. del 1481 (Albertus_de_Saxonia, 1481), evidentemente non consultata dal Clagett, alla carta segn. L2ra, dà invece il testo corretto “...de totali terra cuius...”.

circa centrum sibi extrinsecum, modo quo stellae moventur circa centrum mundi, secundo modo circa centrum proprium et super polos proprios, et hoc potest imaginari vel ab oriente ad occidentem, vel econverso., vel a meridie ad septentrionem, vel econverso.>> Si passa quindi alle “conclusioni”: << *Tunc sit prima conclusio: terra non movetur circulariter circa centrum sibi extrinsecum. Patet hoc: nam tunc centrum gravitatis terrae non esset in medio mundi, cuius oppositum dictum est in alia quaestione. Et etiam secundo, nam tunc aliqua stellae deberent nobis apparere aliquando maiores aliquando minores. Hoc est falsum. Consequentia tenet, ex eo quod per talem motum terrae nos aliquando essemus aliquibus stellis propinquiores et aliquando ab eisdem remotiores. Secunda conclusio: nec terra movetur circulariter a meridie ad septentrionem vel econverso circa centrum proprium et circa polos proprios probatur, quia tunc non semper polus appareret nobis equaliter elevatus, cuius oppositum docet experientia. Tertia conclusio: nec terra movetur circulariter ab oriente ad occidentem nec econverso, saltem motu diurno sicut quidam antiqui voluerunt; dixerunt nam coelum quiescere et terram moveri. Huius conclusionis probatio, et horum antiqui improbatio fiebat prius in illa questione: utrum motus coeli ab oriente in occidentem sit regularis [si tratta della “Quaestio XIII” del Liber II, data a ca. segn. Flvb nell’ediz. del 1492]. >> A questo punto l’autore ci rivela che un suo “maestro” di Parigi, probabilmente lo stesso Buridano, ritiene che “l’impossibilità di mantenere la terra in moto e il cielo in quiete” non sia dimostrabile. E subito Alberto ne prende le distanze (pur “rispettando” il magister: “sua reverentia salva”), precisando che con tale ipotesi non sarebbe possibile spiegare le congiunzioni e le opposizioni dei pianeti, e neppure le eclissi di Sole e Luna: << *sed apparet mihi, sua reverentia salva, quod immo, et hoc per talem rationem: nam nullo modo per motum terrae et quietem coeli possemus salvare oppositiones et coniunctiones planetarum, nec eclipses Solis et Lunae; verum est quod istam rationem non ponit nec solvit, licet plures alias persuasiones quibus persuaderetur terram quiescere et coelum moveri ponat et solvat. Quarta conclusio: bene verisimile est quod semper qualibet pars terrae totalis moveatur motu recto, quod persuadetur sic: nam, continue de ista terra elementari discoperta aquis cum fluvij fluunt multae partes terrae ad profundum maris, et sic augetur terra in parte cooperta aquis, et in parte discoperta aquis diminuitur; et per consequens non remanet idem medium gravitatis sicut ante. Medio autem gravitatis mutato, illud quod de novo factum est medium gravitatis movetur, ut sit medium mundi, et illud quod ante erat medium gravitatis ascendit versus partem discoopertam aquis; et tandem per talem continuum fluxum et motum, illa terra quae aliquando erat in medio erit in circumferentia, et econverso. Et iuxta illud potest apparere quomodo generati sunt magni montes. Nam, non est dubium quin aliquae partes terrae magis tenent se simul quam aliae, et ideo quando illae partes quae non tenent se simul fluunt cum fluvij ad mare, reliquae tenentes se simul manent et faciunt eminentiam super terram. Sed verum est quod tandem per motum terrae vel alio modo evertuntur et cadunt et destruuntur.>> In questa quarta “conclusione” Alberto ammette la possibilità di un moto globale rettilineo della terra (nella direzione del nostro emisfero, nel medioevo ritenuto l’unico occupato dai continenti emersi), dovuto allo spostamento del suo centro di gravità, conseguente alle continue erosioni che trascinano materiale “terrestre” verso il mare attraverso i fiumi. Interessante anche l’idea di come questo fenomeno – lo spostamento del centro di gravità terrestre che deve rimanere sempre nel centro del mondo – sia preso come spiegazione della formazione delle catene montuose. Al termine della parte relativa alle “distinzioni” e “conclusioni” l’autore prosegue: << *Iuxta istam conclusionem dubitatur: posito quod aliquid grave uniforme in gravitate haberet medium suae gravitatis extra medium mundi, omni impedimento extrinseco amoto, nihil sibi addendo, nec aliquid***

ab eo removendo, an sic moveretur quod tandem medium suae gravitatis esset medium mundi. Dico quae non: quia prius quam medium suae gravitatis fieret medium mundi descenderet aliqua tarditate et dupla ad illam, et quadrupla ad illam, et sic in infinitum, et ideo si perpetuo maneret, perpetuo descenderet, et nunquam medium suae gravitatis fieret medium mundi.>> Qui Alberto sembra affermare che un corpo pesante come la stessa terra, se ha il centro di gravità non coincidente col centro del mondo e non è ostacolato (“*omni impedimento extrinseco amoto*”), non possa raggiungere quest’ultimo in un tempo *finito*. E ciò perché ritiene che la “lentezza” di tale spostamento (“*tarditas*”) cresca mano a mano che si avvicina alla meta. Ci troviamo nuovamente di fronte ad uno dei paradossi tipici della logica-matematica medievale, come quello famoso di “Achille e la tartaruga”, dovuti all’incapacità di trattare correttamente il concetto di “infinito” senza quegli strumenti del Calcolo Infinitesimale che saranno poi scoperti da Newton e Leibniz tre secoli dopo.

La seconda parte della *Quaestio* viene riservata alle “*resolutiones*” e alle conclusioni. L’autore inizia *rispondendo* alle quattro “*argomentazioni*” date in precedenza : << *Ad rationes: Ad primam dico quod illa non probat terram semper moveri in suo loco naturali, sed bene moveretur si esset extra ipsum, et licet talis potentia non reducat ad actum in totali terra, tamen bene in suis partibus. Ad secundam: illa non arguit ad propositum, quia in proposito intelligitur de motu locali et de quiete sibi opposita, et non de motu alterationis.>>* Qui Alberto intende precisare che nella “*Quaestio*” si sta considerando solo la possibilità del “moto locale” della terra, cioè del suo movimento nello spazio (rettilineo o circolare). Quindi prosegue: << *Ad tertiam: illa bene arguit per ultima conclusione. >>* In effetti, come abbiamo visto, l’autore ha già analizzato la possibilità del moto rettilineo causato dallo spostamento del centro di gravità della terra. << *Ad quartam: dico quod utique per ceteras experientias haberi potest que coelum non quiescit; veramen, si quiesceret, quomodo tunc sol et luna et ceteri planete aliquando essent propinquoires aliquando remotiores; certe impossibile esset hoc nisi celum moveretur. Quia aliquando sint adinvicem propinquoires, et aliquando remotiores docet experientia.>>* Come già detto, Alberto era infatti convinto che con una terra in moto diurno ed il cielo in quiete, non si “potessero salvare” fenomeni quali la variazione osservata della distanza tra la terra ed i pianeti (inclusi il Sole e la Luna). A questo punto l’autore *risponde* anche alle sei “*persuasioni*”: << *Deinde, respondeo ad persuasiones illas quibus probabatur terram moveri et coelum quiescere. Ad Primam: bene concedo quod terra recipit influentias a coelo, sed ad hoc non requiritur terram se habere active, sed sufficit se habere passive, sic quod ipsa illam influentiam recipiat, et ipsum coelum illam influentiam causet per suum motum propter hoc que coelum est perfectius terra; magis autem de ratione perfici est dare alijs perfectiones quamvis ex hoc nihil recipiat quam econverso. >>* Qui si insiste sulla maggior plausibilità che un corpo più perfetto possa influenzarne uno meno perfetto restando in quiete. Quindi: << *Ad secundam: bene concedo que quicquid pluri indiget plus debet moveri nisi aliud moveretur ad dandum sibi quo indiget; sed sic est in proposito: quod terra quiescente, coelum movetur dando ei illud quod indiget.>>* Qui si giudica l’efficacia del moto del cielo nel produrre “effetti” ed influenzare il mondo corrottilabile sublunare. << *Ad tertiam: bene concedo quod bene perfectius est esse in quiete quam in motu quantum ad illa que moventur ad finem veniendi ad sua loca naturalia; sed de illis que semper sunt in suis locis naturalibus et que non moventur ad aliquid acquirendum sibi aliud a motu, ita quod motus localis est perfectio finalis eorum, dico quod talibus perfectius est moveri quam esse in quiete, et sic est de corporibus coelestibus. >>* Qui Alberto ribalta in qualche modo la giustificazione del moto della terra data nella “terza persuasione”,

attribuendo il moto al cielo che, pur essendo nel suo luogo naturale, ha per unico scopo finale il moto locale. Si continua quindi con la risposta alla quarta *persuasione*: << *Ad quartam: dico quod verum est que facilius esset movere corpus parvum quam magnum, si cetera essent paria; sed non est ita, quia corpora gravia et terrestria sunt inepta ad motum. Veramen, clarus est quod facilius movemus aquam quam terram, et adhuc facilius aerem, et sic ascendendo corpora coelestia sunt per suas naturas facilius mobilia.*>> Alberto, pur concedendo la maggior facilità a muovere un corpo piccolo piuttosto che uno grande, giustifica il moto del cielo e la quiete della terra con la minor attitudine intrinseca al movimento che sembra caratterizzare i corpi “terrestri”, osservando nel contempo che mano a mano che ci si allontana dal centro del mondo i movimenti risultano più facili. << *Ad quintam: bene concedo quod terrae debetur aliquis motus simplex quando est extra locum suum, licet hoc non oporteat quando est in loco suo; unde, nisi partes terrae dicto modo transponerentur modo que dicebatur in probatione quartae conclusionis, totalis terra simpliciter quiesceret et non moveretur, cum quo bene stat quod si totalis terra esset extra locum suum, vel aliqua pars eius moveretur motu simplici et naturali sibi dubito.*>> Qui Alberto ci rimanda alla sua quarta conclusione, in cui ha discusso della possibilità di un moto rettilineo dovuto allo spostamento del centro di gravità della terra causato da fenomeni di erosione; tuttavia, adesso è convinto che ciò non possa provocare un moto “globale”. Infine: << *Ad ultimam: dico quod his quibus debetur motus circularis conveniens est figura spherica, et similiter quibus debetur quies naturalis circa idem centrum etiam conveniens est figura spherica, modo ad propositum dico quod terrae non convenit figura spherica propter moveri circulariter, sed propter ipsam quiescere circa centrum mundi.*>> Come “risposta” all’ultima “*persuasione*”, Alberto precisa che la figura sferica, di per sé, non è una prova della possibilità di un moto circolare, perché la stessa figura si addice anche ad un corpo in quiete nel centro stesso del moto.

Così ha termine l’intera *quaestio*, nella quale Alberto prende posizione a sfavore dell’ipotesi del moto della terra. Tuttavia, specialmente alla luce delle convincenti motivazioni date precedentemente in senso contrario, non possiamo escludere che ciò sia dovuto essenzialmente ad una comprensibile cautela. Anche Buridano del resto, che gli fu antecedente, adottò un atteggiamento simile. Probabilmente, il più “audace” fu proprio Oresme che, nel suo “*Livre du ciel et du monde*” (Oresme, 1968), assume una posizione più possibilista, decidendo a sfavore dell’ipotesi del moto della terra solo per “*motivi attinenti la fede*”, come sottolineato dallo stesso Duhem (Duhem, 1958).

4. La *Quaestio XIV* di Alberto di Sassonia: “De motu autem ipsius quia regularis est et non irregularis: deinceps utique dictis erit pertransire etc.”

Del moto della terra Alberto si occupa anche nella *XIV^a Quaestio* del secondo libro (a carta segn. F1vb nell’ediz. del 1492)¹⁸, con un titolo che all’inizio del testo stesso viene dato nella forma: “*Utrum motus coeli ab oriente in occidentem sit regularis*”¹⁹. La *Quaestio* tratta della

¹⁸ Anche per la presente “*Quaestio*” ci siamo basati fondamentalmente sull’ediz. del 1492, consultando quelle del 1481 e del 1497 solo in caso di dubbi sul testo.

¹⁹ E’ curioso notare come questo titolo venga riportato nella “*Tavola*” posta alla fine del libro in modo errato: “*Utrum motus coeli ab occidente in orientem sit regularis*”; errore ripetuto anche nell’ediz. veneziana del 1497, dove peraltro la presente “*Quaestio*” risulta essere la tredicesima. Nell’edizione del 1481 (Editio Princeps ?) stampata a Pavia

natura regolare o irregolare del moto diurno del cielo. In realtà questa è la “sesta” questione, su tredici, relativa al “moto del cielo”, come premesso all’inizio della *Quaestio VIII* (a carta E4vb). Ne riportiamo qui di seguito il testo integrale, come già fatto per la *Quaestio XXVI*, sempre con qualche piccola modifica nella punteggiatura.

<< *Sextum propositorum erat: Utrum motus coeli ab occidente ad orientem sit regularis; hic unum supponitur, et aliud queritur. Supponitur enim quod coelum movetur; quo supposito queritur utrum motu regulari.>>* In questa *Quaestio* Alberto parte dal presupposto che il cielo si muova, chiedendosi se tale moto *circolare* sia uniforme (“regularis”) o meno (“irregularis”). Come è consuetudine nelle dispute medievali, inizia col dare le ragioni contrarie a quanto supposto: << *Contra suppositum arguitur sic: terra movetur ab oriente in occidentem; ergo coelum non sic movetur, immo quiescit. Consequentia probatur, quia si ambo moverentur ab oriente in occidentem continue, idem punctus coeli eundem punctum terrae eodem modo respiceret; saltem, si sic moverentur eque velociter, quod est falsum, primo ad experientiam: nam, tunc sol nobis non oriretur nec occideret, postquam semper eandem partem terrae eodem modo respiceret, nec etiam tunc fierent generationes et corruptiones in istis inferioribus, secundum illum ordinem, et secundum illa loca, secundum que apparent fieri.>>* Per prima cosa, Alberto cerca di invalidare l’ipotesi relativa al moto del cielo, precisando che nel caso di un identico moto circolare da Oriente a Occidente, sia per il cielo che per la terra, non potremmo assistere né al sorgere né al tramontare del Sole e delle stelle; inoltre, un Sole fisso nel cielo non potrebbe spiegare le varie modalità di luogo e di tempo dei fenomeni di generazione e corruzione osservati nel nostro mondo sublunare. << *Antecedens probatur: quia ignis movetur ab oriente in occidentem, et aer similiter, ergo et terra cum aqua. Consequentia tenet; nam non videtur esse maior ratio neque minor de istis quam de illis. Antecedens patet per Aristotelem primo metheororum. Et probatur etiam ratione: nam visum est quod comete que generantur in suprema regione aeris moventur ab oriente in occidentem; tale autem motum non videntur habere ex se, sed ratione continentis, puta aeris in quo sunt tamquam in loco; ergo taliter non moverentur nisi aer sic moveretur.>>* Qui l’autore esprime la propria opinione sulle comete, secondo cui queste si muoverebbero sempre da Oriente ad Occidente trascinate dall’aria in cui sono immerse. Quindi passa al secondo argomento con cui intende invalidare l’ipotesi del moto *locale* del cielo da oriente ad occidente, dubitando inizialmente che al cielo possa essere assegnato un “luogo proprio”²⁰. Prosegue osservando che in ogni caso, né il cielo nella sua totalità, né le sue parti, mutano di luogo. << *Secundo: adhuc contra suppositum, si coelum moveretur, hoc esset motu locali, sed hoc est falsum, cum coelo non sit in loco. Arguitur tertio: adhuc posito quod coelum esset in loco, non moveretur localiter; proba sic: nam continue maneret in illo loco non mutando illum nec secundum se nec secundus suas partes; quod non secundum se patet, quod non secundum suas partes probatur: nam, medietas coeli que est ex una pars equinoctialis ita continue maneret in eodem loco sicut medietas coeli que est ex alia pars equinoctialis.>>* Si passa quindi a esporre le ragioni a favore o a sfavore della natura regolare o irregolare del moto del cielo: << *Deinde arguitur ad questionem: motus coeli est naturalis, ergo motus coeli non est regularis. Antecedens notum est de se, et consequentia probatur: quia motus*

(Albertus_de_Saxonia, 1481), priva dei titoli, la presente *Quaestio* viene presentata come il “Septimum propositorum” (a carta segn. H3rb), anziché il “Sextum”, cosicché vi risultano *due* distinte Quaestiones indicate come “Septimum”. Singolare la quasi totale assenza di segni di punteggiatura di quest’ultima edizione, che rende di difficile lettura il testo stesso.

²⁰ Sulla *Quaestio*: “Se il cielo abbia un luogo”, si veda Roger Bacon (Bacon, 1935).

naturalis est in fine velocior quam in principio [come prescrive la fisica Aristotelica], *sed talis motus non est regularis* [oggi diremmo “non-uniforme”], *ex eo quod motus regularis est quo quantum ad suas partes in equalibus partibus temporis equalia pertranseuntur spacia; talis autem non est velocior in fine quam in principio, sed eque velox et in principio et in fine. Secundo, aliquae partes coeli moventur velocius et aliquae tardius, ergo totalis motus coeli videtur esse difformis, et per consequens non regularis. Consequentia tenet. Antecedens probatur: nam, partes coeli prope polos moventur tardius quam partes coeli prope equinoctialem, quod patet quia in equalibus temporibus minores circulos describunt* [una delle caratteristiche di ogni moto circolare: la proporzionalità diretta tra la velocità e la distanza dall’asse di rotazione]. *Tertio: stellae deferuntur in coelo tamquam infixae in eo, et ideo si stellae moventur irregulariter, tunc etiam coelum movetur irregulariter; sed stellae moventur irregulariter: patet de luna et alijs planetis, qui aliquando moventur velocius et aliquando tardius, propter quod astrologi dicunt planetas esse aliquando directos, aliquando retrogrados, aliquando stationarios.>>* L’irregolarità osservata nel moto dei pianeti, con la presenza di fasi di moto “diretto” da ovest a est, di momenti “stazionari”, e di fasi di moto “retrogrado” da est a ovest, conferma per Alberto la natura irregolare del moto celeste. Come è noto nell’astronomia tolemaica tali irregolarità venivano spiegate con l’introduzione degli *epicicli* e dei *deferenti* (Dreyer, 1970), (Pedersen, 1993); la spiegazione corretta e definitiva verrà data da Copernico col suo sistema eliocentrico. A questo punto Alberto ci ricorda che Aristotele era contrario all’idea di un moto “irregolare” del cielo: << *Oppositum probat Aristoteles in littera.>>* Quindi prosegue: << *In ista quaestione primo exponendi sunt quidam termini. Secundo videndum est de supposito in questione. Tertio videndum de quesito.>>* A questo punto l’autore chiarisce il significato di alcuni *termini* fondamentali per la cinematica e la descrizione dei vari moti: si definiscono i moti “regolari” e “uniformi”, e quelli “semplici” e “composti”: << *Quantum ad primum: sciendum est quod differentia est inter motum regularem et uniformem; nam, uniformitas motus attenditur quantum ad partes mobilis, ita quod ille motus dicitur uniformis quo movetur aliquid mobile, cuius una pars movetur ita velociter sicut alia. >>* Il significato di “moto uniforme” nell’accezione della fisica medievale è diverso da quello attuale; forse oggi un termine corrispondente potrebbe essere quello di “*campo* uniforme di velocità”, che caratterizza appunto il moto di un corpo in cui tutti i suoi punti si muovono ad ogni istante con la medesima velocità. << *Sicut si lapis aliquis descenderet, non obstante quod ille motus in fine esset velocior quam in principio, tamen diceretur uniformis* [ma “irregularis”] *secundum propriam significationem vocabuli, ex eo quod una medietas illius lapidis descenderet ita velociter sicut alia.>>* Quindi si precisa la definizione contraria di “moto difforme”: << *Motus autem dicitur difformis cuius una pars movetur velocius et alia tardius, sicut esset motus rotae: partes nam eius circa axem non moventur ita velociter sicut partes circa circumferentiam, licet bene ille partes eque velociter circumant.>>* Con un linguaggio più attuale, diremmo che nel moto circolare tutti i punti di un corpo rigido sono caratterizzati da una medesima velocità angolare, pur avendo velocità *tangenziali* distinte, proporzionali alla loro distanza dall’asse di rotazione. << *Et ideo non est inconueniens aliquem motus esse motum difformem, et tamen esse circulationem uniformem.>>* Forse si sarebbe dovuto dire “regularem”, riferendosi ad un moto circolare *uniforme*, cioè caratterizzato da una velocità angolare “costante” nel tempo. << *Penes enim aliud attenditur velocitas motus [i.e., la velocità tangenziale], et penes aliud velocitas circuitationis [i.e., la velocità angolare], unde illi motus dicuntur esse eque veloces, quibus in equalibus partibus temporis equalia spacia linearia pertranseuntur. Sed ille circuitationes dicuntur esse eque veloces, quibus ipsa corpora circuitantia in*

equalibus partibus temporis equales describunt angulos circa centrum quod circumunt.>> Si tratta delle classiche definizioni, nel linguaggio odierno, di “moto lineare uniforme” e di “moto circolare uniforme”. << *Regularitas autem motus attenditur ex parte temporis, ita quod motus ille dicitur regularis quando ipsum mobile movetur eque velociter in una parte temporis sicut in alia; sed ille motus dicitur irregularis quo movetur aliquod mobile quod in una parte [temporis] movetur velocius et in alia tardius. Verumtamen, sciendum est quod aliqui distinguunt de uniformitate motus, dicentes quod potest attendi vel ex parte partium mobilis, vel ex parte partium temporis >>*. Qui Alberto ci testimonia che proprio in quegli anni alcuni filosofi iniziarono a definire le qualità dei moti in modo simile a quello attuale. << *Uniformitas primo modo dicta est omnino eadem cum uniformitate distincta contra regularitatem, sed uniformitas secundo modo dicta est eadem cum regularitate [come si è detto sopra]. Sed illi non utuntur ita proprie uniformitate sicut nos utimur secundum dictas descriptiones. Ulterius sciendum est quod non est inconueniens aliquem motum esse uniformem et non esse regularem; patet de motu gravis deorsum in medio uniformi, quod movetur uniformiter, quia una eius pars movetur ita velociter sicut alia, et tamen non movetur regulariter, quia movetur in fine velocius quam in principio [come aveva già detto in precedenza, proprio facendo l’esempio della pietra che cade verso il basso per gravità]. Similiter, non est inconueniens aliquem motum esse regularem, et tamen non esse uniformem: patet de rota, que in equalibus partibus temporis equalia spacia describeret [in realtà, “sottende angoli uguali”]; talis enim motus rotæ esset regularis, non tamen uniformis, postquam partes illius rotæ centrales non moverentur ita velociter quam sicut partes circumferentiales. Similiter sciendum est tertio, non esse inconueniens aliquem motum simul esse uniformem et regularem, sicut si aliquod grave descenderet in aliquo medio sic proportionato ex parte resistantiæ, que illud grave in equalibus partibus temporis equalia pertransiret spacia; tunc enim motus illius gravis esset uniformis et regularis simul. >>* Si tratta del moto asintoticamente uniforme di un corpo in caduta libera in un mezzo viscoso, in cui la “resistenza” del mezzo si esprime con una forza proporzionale alla velocità stessa del corpo. << *Ulterius sciendum est quod in coelo motus potest dici simplex vel compositus, et vocatur motus circularis simplex, quia est unius mobilis continui, et super eosdem polos, et ab uno motore circumscripto omni motu præterquam super illos polos. Sed motus compositus dicitur resultans ex aggregazione plurium motuum simplicium in eodem mobili super diversos polos a diversis motoribus. Et iste motus compositus in ipsis planetis est ille qui nobis apparet.>>* Qui Alberto, dopo aver precisato la distinzione tra moti semplici e moti composti, conclude che il moto del cielo è necessariamente composto, in virtù dei moti “composti” osservati nel caso dei pianeti, spiegabili (nell’ambito della cosmologia aristotelica delle sfere omocentriche di Eudosso) attraverso la “composizione” di moti circolari attorno ad assi (e quindi a poli) distinti. Quindi conclude questa parte: << *Simplices autem non apparent nobis distincti ab invicem, nisi per ratiocinationem. Ista notata valebunt nobis ad tertium articulus huius questionis in quo respondebitur ad quesitum.>>*

Nella seconda parte Alberto esamina in dettaglio quanto “supposto” all’inizio della *Quaestio*, ovvero il fatto stesso che “il cielo si muova”. Scrive l’autore: << *Quantum ad secundum, sciendum est quod quidam antiquorum erant talis opinionis quod terra moveretur ab occidente in orientem, complendo in die naturali unam circulationem, et quod coelum quiesceret, et per hoc crediderunt posse salvare apparentia illa que nos salvamus ex motu coeli; sicut quod sol aliquando est nobis in oriente, aliquando in medio coeli, aliquando in occidente, aliquando in angulo noctis, credentes terram se habere sicut assaturam [“arrosto allo spiedo”], et solem sicut ignem assantem [“il fuoco che lo arrostisce”], modo sicut ignis non movetur circa assaturam, sed assatura movetur*

circa ignem, ita dixerunt solem non moveri circa terram, sed magis terram circa solem, propter hoc quod terra indiget solem, et non econverso. >> Finora si è parlato soltanto dell'ipotesi di un moto di rotazione diurno della terra attorno al proprio asse, fermo restante il cielo; sono state avanzate argomentazioni a favore di questa ipotesi, anche se poi Alberto ne ha preso le distanze, probabilmente più per precauzione che per convinzione vera e propria. Ma in questo passo si allude alla ben più rivoluzionaria idea di una terra (anche) in rotazione annuale attorno al Sole centrale: il modello eliocentrico introdotto in antichità da Aristarco di Samo e poi "riscoperto" da Copernico oltre un secolo e mezzo più tardi. Vediamo quindi come l'autore tratta la questione, e quali sono le sue conclusioni: << *Quantum ad opinionem istam pono aliquas conclusiones, quarum prima sit ista: quod terra non movetur ab occidente in orientem motu diurno, nec econverso. Probatur: nam si sic sequeretur quod esset difficilius ire contra occidentem quam contra orientem, quod est contra experientiam. Probatur consequentia: nam, ex quo terra movetur ab occidente versus orientem, et aer cum ea simul; tunc qui ambularet contra occidentem haberet aerem contra se motum, qui autem contra orientem moveretur cum aere moto; sed difficilius esset moveri contra aerem motum quam cum aere moto.*>> Secondo Alberto, l'eventuale moto diurno della terra da occidente ad oriente genererebbe una sorta di "forte vento", causato dal trascinarsi dell'aria, e ciò renderebbe più difficile il moto dei corpi qui sulla terra da oriente ad occidente (moto "contro-vento"), rispetto al loro moto contrario da occidente ad oriente (moto "a favore di vento"). Il testo quindi prosegue affermando che per lo stesso motivo sarebbe più difficile lanciare una pietra verso occidente che verso oriente, e che anche gli uccelli incontrerebbero notevoli difficoltà nel volo: << *Secundo, similiter sequeretur propter eandem causam quod difficilius esset proicere lapidem contra occidentem quam contra orientem. Tertio, sequeretur quod aves non possent bene volare contra orientem, quia aer insequens tantum elevaret pennas earum quod non possent bene volare, unde videmus quod aves non volant cum vento, sed contra ventum.* >> Segue quindi un'obiezione di cui abbiamo già discusso a proposito del *Commento al De Coelo* di Tommaso d'Aquino e delle *Quaestiones* di Buridano; quella associata alla freccia (o pietra) lanciata verticalmente verso l'alto, che ricade esattamente nello stesso punto dal quale è stata lanciata; secondo la fisica Aristotelica (e quindi anche secondo Alberto di Sassonia), con la terra in movimento ciò non si potrebbe verificare, poiché in tal caso, durante il "volo" della freccia, il suolo (con tutta la terra) si sposterebbe "*di molte leghe*", e la freccia ricadrebbe quindi molto lontano dal punto di lancio. Come già detto, Oresme intuirà che questo *paradosso* può essere risolto ipotizzando che l'aria stessa partecipi del moto circolare della terra. La soluzione completa e definitiva sarà tuttavia data da Galileo tre secoli più tardi nel suo "*Dialogo*" (Galilei, 1632), pag. 167), discutendo del tiro di "*artiglieria eretta a perpendicolo sopra l'Orizzonte*". << *Quarto, sequeretur quod proiectum directe sursum non econverso caderet ad locum a quo incepit moveri, quod est falsum; consequentia tenet: nam interim quod grave proiceretur sursum terra ulterius moveretur, et sic in descendo directe non caderet super partem terrae sibi suppositam tunc cum incepit moveri.*>> Dopo aver fornito la prima conclusione in cui ha *provato* che la terra non può muoversi di moto *diurno* né da occidente ad oriente né viceversa, Alberto ci sottopone la sua *seconda conclusione*, nella quale ci rende noto che potremmo comunque render conto del sorgere e del tramontare del Sole e delle altre stelle, anche supponendo che sia la terra a muoversi, anziché il cielo: << *Secunda conclusio: si terra sic moveretur ab occidente in orientem, bene possemus ex hoc salvare aliqua que nobis apparent ex motu coeli, sicut ortum et occasum solis et stellarum; patet hoc: nam sicut iam sol nobis in termino nostri horizontis existens continue ascendit plus et plus super nostrum horizontem usque ad medium*

coeli, et tunc ad occidentem, et tunc ad angulum noctis movetur, ita si sol quiesceret et terra moveretur ab occidente versus orientem, et nos una cum ea, sol continue magis nobis, et magis elevaretur tamdiu quod appareret in medio coeli, et tunc per ulteriorem motum coeli [terrae ?] appareret nobis declinare ad occidentem, et sic tandem iterum appareret nobis in oriente.>> A questo punto, tuttavia, nella terza conclusione denuncia l'impossibilità di spiegare ("salvare") altre "apparenze" osservate nel cielo, come le "opposizioni" e le "congiunzioni" planetarie [il che è evidentemente falso], come pure il loro moto continuo sullo sfondo delle stelle fisse: << *Tertia conclusio: non omnia apparentia in cielo possent salvari per quietem coeli et talem motum diurnum terrae. Probatur: nam per quietem coeli et motum talem diurnum terrae non possent salvari oppositiones et coniunctiones planetarum, et distantiae eorum aliquando maiores et aliquando minores a stellis fixis: unde ad salvandum ista oportet ponere coelum moveri.>>* Nella quarta conclusione si ribadisce l'impossibilità del moto diurno terrestre basandosi su due "signa", di cui il primo è piuttosto oscuro: << *Quarta conclusio: coelum continue circulariter movetur ab oriente ad occidentem per meridiem, redeundo ad orientem per angulus noctis; probatur per duo signa: primum est: nos videmus quod stellae que primo apparent in ortu, postea apparent in occasu [?]: sed hoc non potest salvari per motum terrae diurnum, sicut dixit prima conclusio; ergo oportet quod hoc salvetur per motum coeli vel motum stellarum in coelo, quiescente coelo. Si dicatur primum habeo propositum, si dicatur secundum hoc non potest esse: nam tunc esset scissibile et divisibile; sed hoc est falsum: nam tunc esset corruptibile, quod est contra determinata primo huius. Consequentia tenet ex eo quod stellae moverentur in ipso ipsum scindendo, sicut pisces moventur in aqua dividendo aquam.>>* In quest'ultimo passaggio Alberto esclude anche la possibilità che le stelle possano muoversi individualmente e separatamente dal cielo stesso, "come pesci nel mare", perché così facendo "scinderebbero" lo stesso cielo, rendendolo quindi *corruttibile*; evidentemente qui Alberto ci conferma la sua adesione al modello cosmologico medievale in cui il cosmo è costituito da un certo numero di "sfere solide" ("orbis") in cui sono *incastonate* le stelle fisse (nell'ultima sfera) e tutti i pianeti, compresi il Sole e la Luna.

Successivamente il nostro autore considera il "terzo articolo" presente nella *Questione*, per il quale fornisce una prima conclusione: << *Quantum ad tertium articulum sit prima conclusio ista: quod motus ipsius coeli non est uniformis [nel suo significato medievale]. Probatur ex eo quod non omnes partes coeli moventur eque velociter: partes enim coeli circa equinoctialem moventur velocius quam partes coeli circa polos [a causa della loro maggior distanza dall'asse di rotazione], ex eo quod in equalibus partibus temporis maius spacium lineale describunt, puta maiorem circumferentiam circa axem mundi; consequentia tenet per diffinitionem motus uniformis.>>* La seconda: << *Secunda conclusio: nullus motus simplex in coelo est irregularis [si tratta del ben noto "postulato" di uniformità di tutti i moti circolari dei corpi celesti, prevista dalla fisica aristotelica], ita quod nec coelum nec aliquod astrum, nec aliqua pars coeli movetur velocius in uno tempore quam alio, et hoc motu simplici, scilicet circumscriptis alijs motibus. Et hoc probat Aristoteles sic: primo, quia omnis motus qui aliquando est velocior, aliquando tardior, vel ille est velocior in principio sicut est motus violentus, vel ille est velocior in fine sicut est motus naturalis gravium et levium, vel est velocior in medio sicut est motus animalis; sed motus coeli nec est velocior in principio nec in fine nec in medio, cum nec habeat principium neque finem neque medium.>>* Qui Alberto ha brevemente riassunto gli argomenti dati dallo stesso Aristotele a supporto della uniformità ["regularitas"] dei moti celesti. << *Secundo, quia irregularitas motus*

*non potest venire nisi propter mutationem mobilis aut motoris, modo mobile puta coelum est inalterabilis. Similiter, motor movens coelum est immutabilis sicut intelligentia [siano le “intelligenze angeliche” o lo stesso “Primo Motore”], ergo non est unde potest velocitas coeli variari.>> Per “terzo”, indaga sulle conseguenze che si avrebbero se il moto del cielo non fosse “regolare” (i.e., “uniforme”). << Tertio, si motus coeli non esset regularis, sed irregularis, scilicet aliquando velocior et aliquando tardior, vel ergo veniret continue retardando, et tunc si hoc esset proportionaliter iam quiesceret, ex eo quod ab eterno venisset retardando, vel continue velocitando, et tunc si hoc esset proportionaliter iam moveretur subito [i.e., “istantaneamente” !], eo quod ab eterno fuisset velocitatus plus et plus.>> Qui Alberto esclude un eventuale moto “irregolare” nel cielo perché ritiene che ciò necessariamente comporti, data l’eternità del cielo stesso, una velocità “nulla” oppure “infinita”; naturalmente ciò vale solo assumendo una certa “proporzionalità” che, in un linguaggio moderno significherebbe una *accelerazione* o una *decelerazione* costanti; ipotesi che l’autore non giustifica in alcun modo. Quindi prosegue ipotizzando un moto “alternativamente” accelerato e decelerato: << Si autem dicatur quod venisset retardando et velocitando alternatim, hoc modo potest esse ex eo quod motor movens ipsum est immutabilis. Ex ista conclusione patet responsio ad quaestionem. Tertia conclusio: motus coeli simplex est circulatio uniformis, non obstante quod non est motus uniformis quemadmodum dicit prima conclusio huius articuli [vedi sopra]. Probatur: nam ex quo motus coeli simplex est regularis, tunc partes eius in equalibus partibus temporis equales describunt angulos circa axem mundi [come prescritto dai moti circolari uniformi], et hoc sufficit ad hoc quod aliquis motus sit uniformis.>> Nella “Quarta Conclusione” ci ricorda, tuttavia, che i moti dei pianeti, risultano essere tutt’altro che “regolari”: talvolta più lenti, talvolta più veloci, anzi, talvolta “diretti” (i.e., da ovest ad est), talvolta “retrogradi” (i.e., da est ad ovest), e talvolta “stazionari”: << Quarta conclusio: motus in coelo vel in aliqua parte eius compositus ex pluribus potest esse irregularis, patet hoc de motibus planetarum, quo aliquando moventur velocius, aliquando tardius, per aggregationem plurium motuum in suis orbibus in tantum quod astrologi sicut arguebatur ante oppositum dicunt eos esse aliquando retrogrados, aliquando stationarios, aliquando directos, aliquando processivos²¹.>>.*

Nella penultima parte di questa “*Quaestio*” Alberto fornisce le sue risposte alle *argomentazioni* precedentemente date a favore dell’ipotesi di un qualche movimento della terra. Per prima cosa, pur riconoscendo la possibilità di un possibile moto da oriente ad occidente dell’aria e del fuoco presenti alle quote più alte, *trascinati* dal moto del cielo stesso, al quale sono più vicini, dichiara l’impossibilità che ciò avvenga anche per la terra, in virtù della sua maggior distanza dal cielo: << Ad rationes: ad primam nego quod terra movetur ab oriente in occidentem, e quando dicebatur de igne et aere super altissimos montes, bene concedo quod moveantur una cum coelo ab oriente in occidentem, quia sunt ita prope coelum quod virtute influentiae celestes possunt sic moveri; sed hoc non oportet de terra propter magnam eius distantiam a coelo.>> Successivamente precisa che in realtà, né il cielo intero, né l’ultima sfera (presumibilmente quella delle stelle fisse), si muove con *moto locale*, poiché questa non si trova in alcun *luogo*; seguendo Avicenna gli si può tuttavia attribuire un “moto secondo il *sito*” (anziché “secondo il *luogo*”). << Ad secundam dico quod saepe prius dixi: quod motus totius coeli vel coeli ultimi non est localis, ex quo ultimum coelum non est in loco; bene tamen est eiusdem speciei cum motu locali, et Avicena vocat talem

²¹ Queste due ultime parole, sono assenti nell’ediz. del 1481 (Albertus_de_Saxonia, 1481).

motum secundum situm et non secundum locum.>> Quindi sottolinea come nel solo moto circolare si abbia la notevole proprietà per cui il tutto può muoversi senza modificare il proprio *luogo*: << *Ad tertiam: illa bene probat quod coelum non movetur motu recto, cum quo bene stat quod movetur motu circulari; nec est inconveniens aliquid moveri motu circulari et continue secundum se totum cathegorematicè non mutare locum: sed sufficit quod mutet locum secundum suas partes, vel mutaret si esset in loco.>>* Per ultimo, si sottolinea che il cielo può mutare luogo secondo le sue parti, in dipendenza dal modo in cui viene suddiviso: non c'è alcuna mutazione di luogo se consideriamo le due metà, settentrionale e meridionale, perché queste restano sempre le stesse durante il moto diurno, mentre evidentemente si ha una continua mutazione di luogo se consideriamo i diversi “*coluri*” (che sono i *meridiani* principali della sfera celeste). << *Et quando dicebatur videtur quod coelum adhuc si esset in loco non mutaret locum secundum suas medietates, quarum una est ex una parte equinoctialis, et alia ex alia, hoc conceditur: quod secundum talem divisionem eius in partes non mutaret locum cum quo tamen stat, quod mutaret locum secundum partes eius assignatas secundum aliam divisionem, ut si imaginaremur coelum dividi secundum coluros; tunc non est dubium quin coelum mutaret locum secundum tales partes, et hoc si coelum esset in loco. Finaliter ergo dico non esse inconveniens aliquid mobile mutare locum secundum partes assignatas secundum unam divisionem, et non mutare locum secundum partes assignatas secundum aliam divisionem.>>*. Avendo quindi esposto tutte le sue ragioni contrarie a quanto supposto all'inizio della Quaestio, Alberto può concludere dicendo: << *Sic ergo solute sunt rationes in quibus reprobatur suppositum in questione.>>*

L'ultimo paragrafo, a conclusione di tutta la “*Questione*”, riassume il tutto: << *Deinde respondeatur ad rationes factas ad quaestionem. Ad primam dico quod non oportet omnem motum naturalem in fine esse velociorem, sed solum hoc est verum de motu naturali locali recto, gratia cuius tractabo septimum propositorum* [nella successiva “*Quaestio*” XIII]. *Ad secundam: illa bene probat quod motus coeli non est uniformis* [i.e., lo stesso in tutti i punti del cielo], *cum quo bene stat quod est regularis* [i.e., “uniforme”, essendo caratterizzato da una velocità angolare costante nel tempo]. *Ad tertiam. Illa vadit per ultima conclusione secundi articuli. Et sic soluta est quaestio.>>*

5. Conclusione

In questo lavoro si sono analizzati alcuni aspetti delle *dispute* che si ebbero a Parigi nel XIV° secolo a proposito dell'ipotesi del moto della terra, ben due secoli prima di Copernico. Queste discussioni ci sono state tramandate attraverso un certo numero di “*Quaestiones*”, a commento del “*De Coelo*” di Aristotele. Poiché quanto scritto da due dei principali autori - Buridano e Oresme - è già stato ampiamente trattato in letteratura, si è voluto dedicare qui maggior spazio ad un terzo autore: Alberto di Sassonia. Pur essendo presenti notevoli analogie nelle discussioni dei vari autori, ci è parso comunque interessante proporre integralmente il testo nell'originale latino delle due principali “*Quaestiones*” che Alberto dedica al problema relativo all'ipotesi del moto della terra. E' da sottolineare la coraggiosa difesa di tale ipotesi, anche se portata avanti solo nella prima parte della discussione, sia dallo stesso Alberto di Sassonia che da Buridano ed Oresme. Nonostante alla fine nessuno dei maestri parigini osi schierarsi apertamente e in modo definitivo a favore del moto della terra, le loro argomentazioni costituirono sicuramente un' importante fonte di ispirazione per

Copernico e Galileo, e contribuirono quindi allo sviluppo della rivoluzione scientifica del XVI° e XVII° secolo.

Bibliografia

AA.VV. 2006. *Tutti i Commenti a Marziano Capella (Scoto Eriugena, Remigio di Auxerre, Bernardo Silvestre e Anonimi)*, a cura di Ilaria Ramelli, pp. 459-502. Milano : Bompiani, 2006.

Albertus_de_Saxonia. 1481. *Quaestiones in libros Aristotelis De Coelo et Mundo*. Pavia : Antonio da Carcano, 1481.

— **1492.** *Quaestiones subtilissime in libros Aristotelis de coelo et mundo*. Venezia : Ottaviano Scoto, 1492.

— **1497.** *Quaestiones subtilissime Alberti de Saxonia in libros de Coelo et Mundo*. Venezia : Otinus de Luna Papiense, 1497.

Aylliaco, Petrus de. c.ca 1483. *Ymago mundi*. [?] : s.n., c.ca 1483.

Bacon, Roger. 1935. "Physics", bk. 4, in *Opera*, fasc. 13, pagg. 216-220. 1935.

Buridano, Giovanni. 1983. *Il Cielo e il Mondo (Commento al trattato "Del Cielo" di Aristotele)*, ed. A. Ghisalberti. Milano : Rusconi editore., 1983.

Buridanus. 1942. *Iohannis Buridani Quaestiones super libris quattuor De caelo et mundo*. (ed. E.A. Moody). Cambridge, Mass. : Mediaeval Academy of America., 1942.

Clagett, M. 1972. *La Scienza della Meccanica nel Medioevo*, (p.te III, cap. X, pag.625). Milano : Feltrinelli Editore, 1972.

Copernico, Nicola. 1979. *Opere*. Torino : UTET, 1979.

Copernicus, Nicolaus. 1543. *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (ed. facsimile; "Culture et Civilisation", Bruxelles, 1966). Norimberga : Iohannes Petreius, 1543.

Crombie, A.C. 1970. *Da S. Agostino a Galileo (Storia della scienza dal V al XVII secolo)*, pag. 273 . Milano : Feltrinelli Editore, 1970.

Dreyer, J.L.E. 1970. *Storia dell'Astronomia da Talete a Keplero*. Milano : Feltrinelli Editore, 1970.

Duhem, Pierre. 1958. *Le Système du Monde (tom. IX)*, pag. 325. Paris : Hermann, 1958.

Galilei, Galileo. 1632. "Dialogo ... sopra i due Massimi Sistemi del Mondo". Firenze : Batista Landini, 1632.

Grant, E. 1996. *Planets, Stars, & Orbs (The Medieval Cosmos, 1200-1687)*. Cambridge : Cambridge University Press, 1996.

Lerner, Michel-Pierre. 2000. *Il mondo delle sfere*, pag. 26. Firenze : La Nuova Italia, 2000.

Meyeronnes, Francesco di. 1520. *Scriptum in secundum Sententiarum*, (dist. XIV, quaest. V, fol. 150r, col. A). Venezia : Ottaviano Scoto, 1520.

Oresme, Nicole. 1968. *Le Livre du ciel et du monde*, Ed. A.D. Menut e A.J. Denomy. Tr. A.D. Menut. Madison : University of Wisconsin Press, 1968.

Pace, Anna de. 2009. *Niccolò Copernico e la fondazione del cosmo eliocentrico*. Milano : Bruno Mondadori, 2009.

Pedersen, Olaf. 1993. *Early Physics and Astronomy*, pag. 54. Cambridge : Cambridge University Press, 1993.

Plutarco. 1598. *Opuscoli Morali (2 voll.); Tomo I, libro terzo, cap. xiii, pag. 535*. Venezia : Fioravante Prati, 1598.

Ptolemy. 1952. *The Almagest, bk.1, ch.7, pag.10-12, (tr. R. Catesby Taliaferro)*. Vol.16 in Robert Maynard Hutchins ed., *"Ptolemy, Copernicus, Kepler: Great Books of the Western World"*. Chicago : Encyclopaedia Britannica, 1952.

Simplicius. 1548. *Commentaria in quattuor libros de Coelo Aristotelis, fo.78v, col.1*. Venezia : Hieronymus Scotus, 1548.

Tommaso d'Aquino, San. 1562. *S. Thomae Aquinatis in quattuor libros Aristotelis De Coelo et Mundo Commentaria, (lib.2, lect. 11, col.199, e lib.2, lect.21, col.248)*. Venezia : Hieronymus Scotus, 1562.