

Costantino Sigismondi

CONTEMPLARE I CIELI



**Un telescopio al Papa per leggere
il cielo**

con spirito scientifico

**Giubileo degli Scienziati
25 maggio 2000**

Santità,

ho avuto l'onore di scegliere il telescopio con gli accessori di cui noi uomini di scienza Le facciamo dono in occasione della celebrazione del Giubileo dedicato agli scienziati. Nelle pagine che seguono desidero esporLe alcune esperienze che rendono questo un valido strumento per la didattica e la pratica dell'astrofisica. Il loro contenuto didattico - scientifico è pienamente fruibile da studenti universitari degli ultimi anni del corso di laurea in fisica e astronomia, anche se può essere semplificato e reso accessibile a tutti i livelli intermedi di istruzione.

Introduzione.....	2
•L'astrofisica è nata a Roma	2
•Studi di astrofisica con questo telescopio.....	3
•Sommario	4
2. Osservare l'atmosfera di Titano	6
3. L'osservazione delle macchie e dell'atmosfera solare in camera oscura alla maniera di Kepler	10
FACCIAMO TRE TENDE.....	15
Die totale Sonnenfinsternis	15
Fino a Riedering	16

Un'iride fiammeggiante ci ha scrutato per alcuni istanti.....	17
Un giorno in più	18
IL PADRE VI AMA.....	20

Introduzione

•L'astrofisica è nata a Roma

Il Padre Gesuita Angelo Secchi del Collegio Romano a metà del XIX secolo intraprese per primo gli studi di spettroscopia stellare. Scomponendo la luce con un prisma, egli intuì che nel suo spettro era contenuta l'informazione sui processi fisici che la generavano. La sua classificazione spettrale in base ai diversi colori delle stelle è stata sviluppata negli anni successivi ad Harvard fino a portare alla compilazione del diagramma colore - magnitudine (luminosità). La teoria della radiazione del corpo nero di Planck di inizio '900 e gli sviluppi della fisica nucleare degli anni '30-'40 hanno permesso di interpretare anche in senso evolutivo il diagramma colore - magnitudine. Una stella può attraversare nei suoi stadi evolutivi diverse fasi durante le quali il suo colore e la sua luminosità intrinseca variano seguendo una legge che dipende dal valore della massa iniziale della stella. Quando la massa è superiore a circa 3 volte quella del Sole il prodotto finale sarà un buco nero: un oggetto previsto dalla

teoria della Relatività Generale le cui evidenze sono state scoperte solo negli ultimi 30 anni. Prima di Padre Secchi gli studi del cielo erano solo di tipo astronomico, cioè dedicati alla comprensione delle leggi che regolano gli astri, e, principalmente, dei loro moti. Con l'astrofisica si considerano gli astri non più solo come soggetti di mutua attrazione gravitazionale, ma come "teatri" di complessi fenomeni fisici concernenti la produzione, il trasporto e l'irraggiamento nello spazio dell'energia.

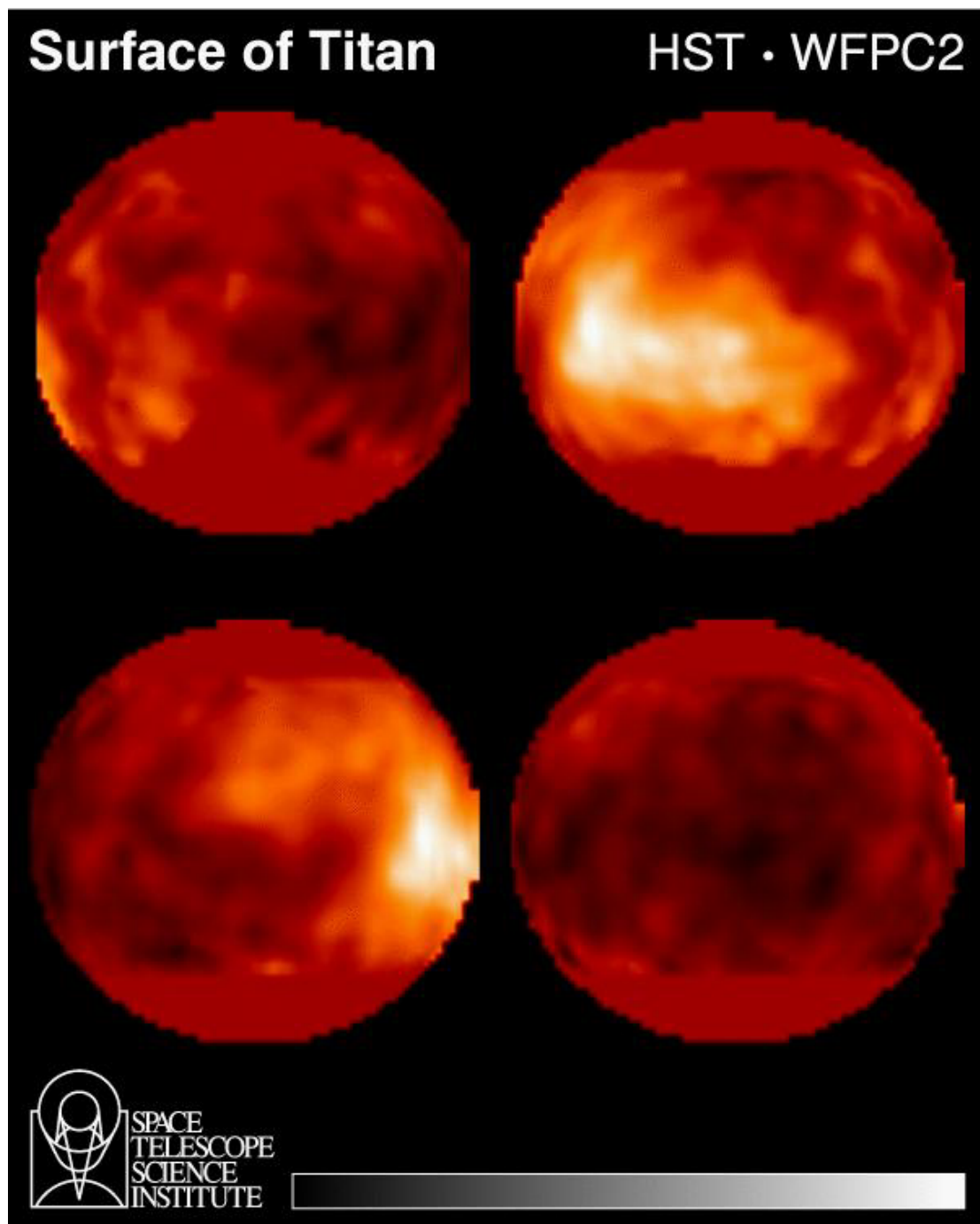
•Studi di astrofisica con questo telescopio

L'aver dotato il telescopio di un corredo di filtri colorati nonché del filtro solare permette di usare questo strumento anche per fare esperienze di astrofisica vera e propria. Naturalmente gli strumenti in dotazione dei moderni osservatori astronomici consentono di effettuare delle misure di precisione assai maggiore oltre che di studiare oggetti assai più lontani o intrinsecamente più deboli, tuttavia

- nelle due esperienze che suggerisco di seguito mostrerò che è possibile rivisitare alcune tappe importanti della storia dell'astrofisica anche con un telescopio di 20 cm di diametro.

●Sommario

Nel paragrafo successivo mostrerò come si può osservare, con un telescopio come questo, l'evidenza della presenza di atmosfera su Titano, il maggiore dei satelliti di Saturno. Nel paragrafo 3 propongo un esperimento che ha anche un interesse storico: l'osservazione del Sole e delle sue macchie con un foro stenopeico nello stile di Johannes Kepler. Infine ho incluso il mio personale resoconto dell'esperienza dell'eclissi di Sole dello scorso anno (di cui Lei ha osservato la fase parziale) dal titolo "Facciamo tre tende" che richiama l'episodio evangelico della Trasfigurazione, ed una considerazione sul tempo da un punto di vista storico e astronomico, dove, Santo Padre, compare anche il Suo ruolo: il titolo è "Il Padre vi ama" ed era il tema che Lei suggerì a noi giovani per la giornata mondiale del 1999.



Immagini di Titano, il satellite di Saturno più grande, riprese dal Telescopio Spaziale. Titano orbita ad una distanza media di 1,2 milioni di Km da Saturno, ha un diametro di 5150 Km ed una massa 1/60 di quella della Terra.

Possiede un'atmosfera di metano che gli conferisce il colore rosso.

2. Osservare l'atmosfera di Titano

Nel 2004 la missione spaziale Cassini-Huygens arriverà nel sistema di Saturno ed un modulo scenderà sulla superficie del suo satellite maggiore: Titano. Questo è più grande del pianeta Mercurio e nel 1944 l'astronomo Gerard Kuiper ha pubblicato le prove che dimostrano che Titano è provvisto di atmosfera ricca di metano. Egli fece spettroscopia col telescopio di circa 2 metri di diametro in Texas, 100 volte più potente di un telescopio di 20 cm.

Per raccogliere tutta la luce di Titano necessaria ad ottenere le stesse informazioni per avere le prove che c'è atmosfera con un telescopio da 20 cm di diametro d'obbiettivo ci vorrebbero

- o dei rivelatori 100 volte più efficienti di quelli usati nel 1944 (ad esempio i moderni CCD, per la fotografia digitale)
- oppure un tempo di posa su lastra fotografica 100 volte più lungo di quello usato nel 1944, che era già di 4 ore con pellicole di sensibilità circa 400 ASA.

Il nostro occhio ha una efficienza quantica (sensibilità) che è 100 volte superiore a quella delle lastre fotografiche, tuttavia non può "restare in posa" più di 1/10 di secondo, dopo questo tempo le informazioni registrate dai foto-recettori sulla retina vengono trasmesse al cervello e noi vediamo. Questo ci serve per vedere il movimento.

Se osserviamo Titano ad occhio nudo col telescopio da 20 cm avremo dunque un contenuto d'informazione rispetto a quella di Kuiper di 1/144000 quanto al tempo di posa, con un guadagno di 100 volte quanto all'efficienza quantica e una perdita di un fattore 1/100 quanto alla potenza del telescopio. In una sola osservazione un'informazione 100000 volte inferiore a quella di Kuiper del 1944 consente comunque di valutare il colore di

- Tuttavia osservando Titano con i 7 filtri che lasciano passare ognuno un intervallo di lunghezza d'onda (cioè un colore) possiamo studiare la sua luce nei suoi singoli colori componenti.

- Quando Titano si trova nella configurazione indicata nella figura seguente rispetto a Rhea, il secondo satellite di Saturno per luminosità e dimensioni, e comunque entrambi abbastanza lontani dal pianeta e dagli anelli in modo da non esserne abbagliati dalla luce intensa,

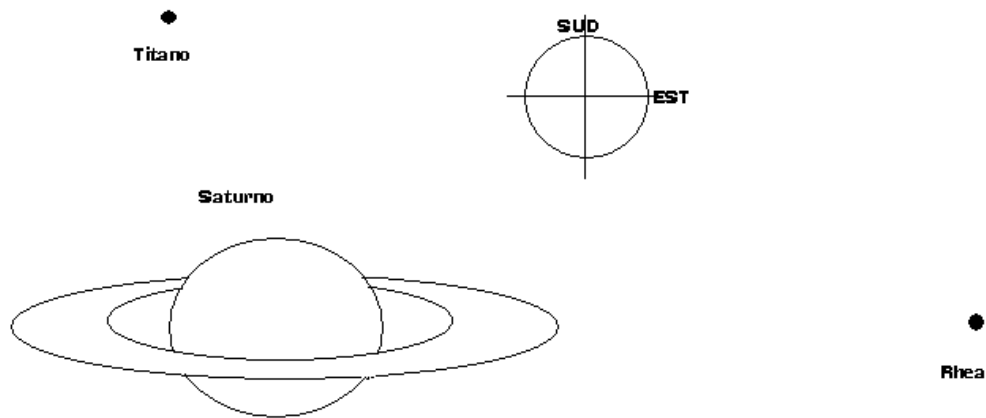
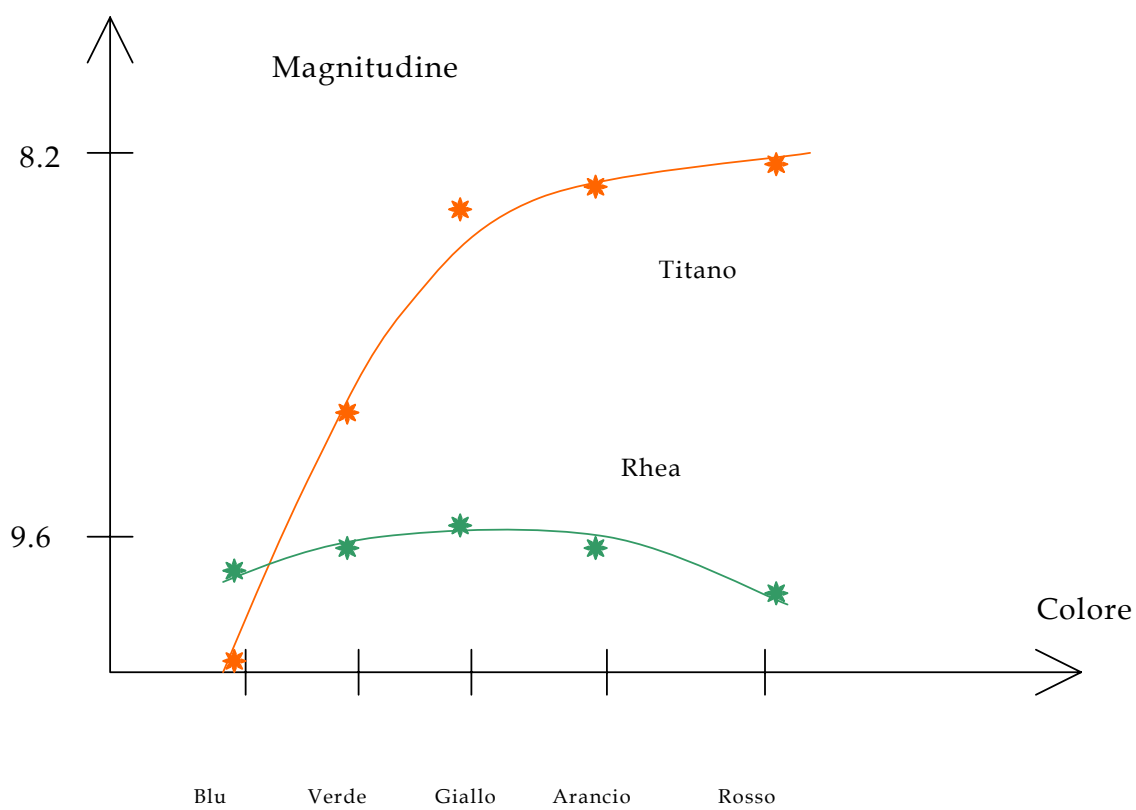


Immagine del sistema di Saturno la notte del 4 ottobre 1997

si può confrontare come varia la luminosità dei due satelliti quando si cambia il filtro.

- Proprio il confronto tra le luminosità intrinseche (magnitudini) dei due satelliti consente di rilevare che la presenza di atmosfera su Titano determina una differenza netta nel modo di riflettere la luce del Sole da parte di questo satellite rispetto a Rhea.

Nella figura successiva si vede che mentre nel colore rosso Titano, come si vede anche senza filtri, è ben più luminoso di Rhea, spostandosi verso il colore blu la situazione si capovolge ed è Rhea ad essere più luminosa di Titano. La magnitudine cresce quando la luminosità decresce in modo che una stella di prima magnitudine sia più luminosa di una di seconda e così via.

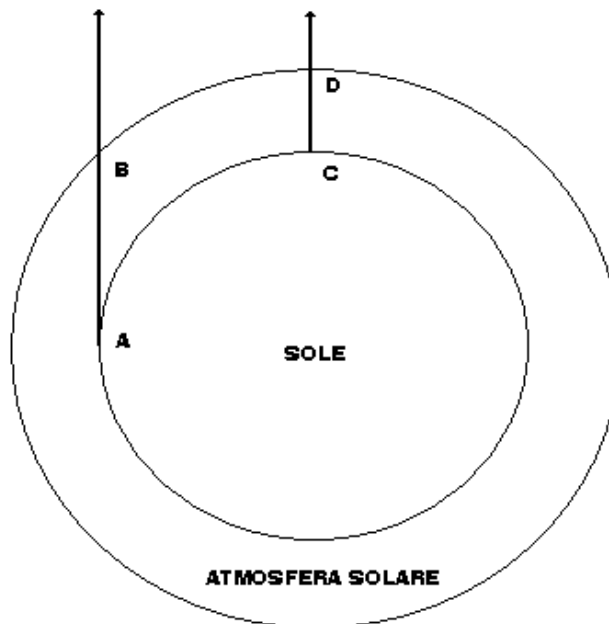


La spiegazione è data dal fatto che Rhea, ghiacciata, riflette tutte le componenti della luce del Sole, mentre le nubi di metano di Titano riflettono solo il rosso, assorbendo il resto dello spettro solare. Questi dati sono stati ottenuti da me con un telescopio di soli 11 cm diametro, e li ho presentati ad un congresso di scienziati nel luglio scorso al Centro Internazionale di Astrofisica Relativistica ICRA di Pescara.

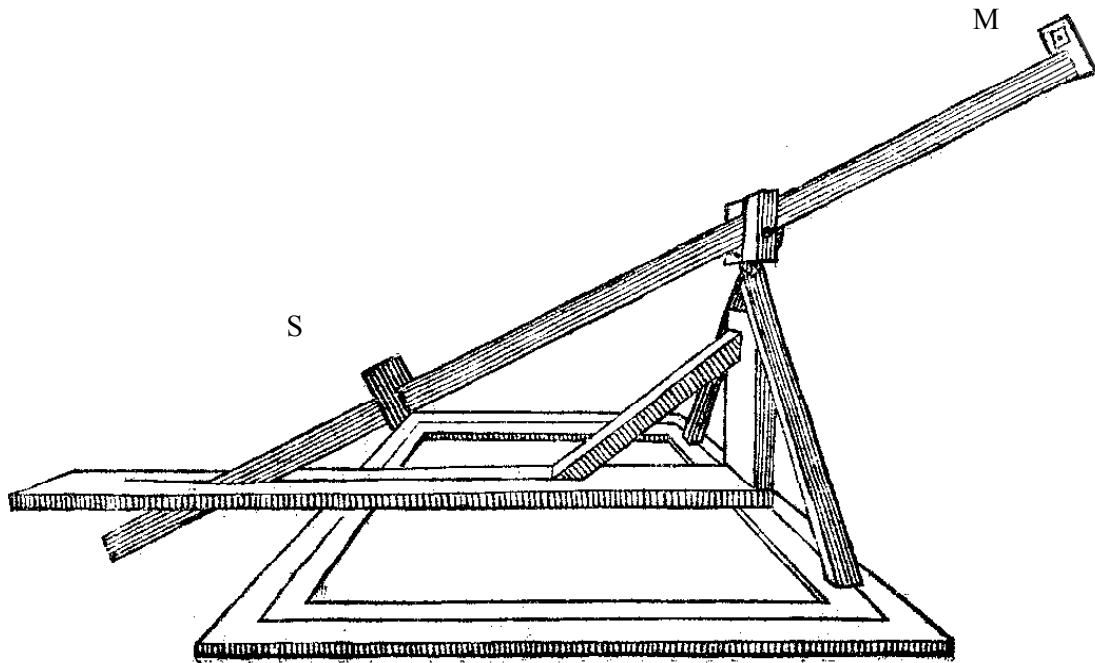
3. L'osservazione delle macchie e dell'atmosfera solare in camera oscura alla maniera di Kepler

Già un primo sguardo al Sole con il telescopio permette di rendersi conto della presenza di atmosfera attorno alla nostra stella. Infatti i bordi del disco del Sole sono leggermente più scuri del centro del disco solare. Questo è dovuto al fatto che la luce che parte dal bordo subisce maggiore estinzione lungo il tratto AB rispetto a quella che parte dal centro che percorre il tratto più breve CD della figura seguente.

Questa caratteristica risulta evidente anche senza l'uso del telescopio, con uno strumento a foro stenopeico che riproduce la tecnica che adoperava Johannes Kepler negli anni successivi al 1600, tecnica che egli aveva appreso da Thyco Brahe.



Lo strumento qui riprodotto dal testo *Astronomiae Pars*

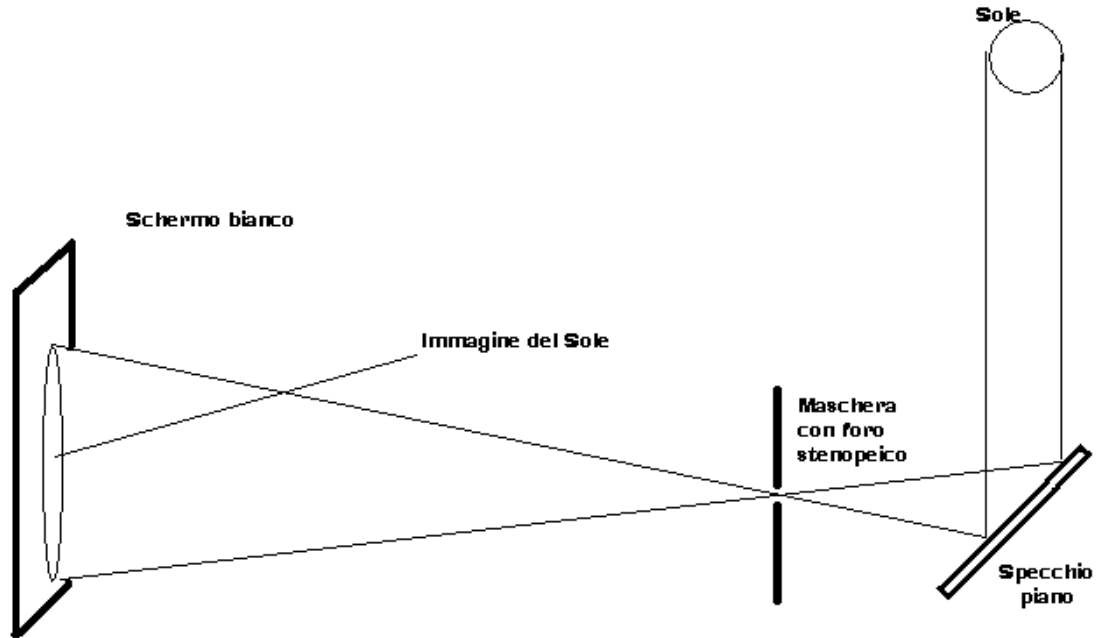


Optica di Kepler (1604)

serviva a misurare il diametro dell'immagine del Sole. Questa immagine veniva prodotta dal forellino posto nella maschera (M) in alto a destra su uno schermo (S) mobile che scorreva sull'asse inclinato. Lo strumento usato da Kepler era lungo 12 piedi, cioè circa 4 metri, da M ad S. Il diametro del sole sullo schermo risultava di circa 3.5 cm.

- Lo svolgimento al buio della misura è facilitato dall'aumento di contrasto dell'immagine.
- Cambiando la geometria dello strumento, ma sfruttando lo stesso principio, ho trovato il modo di ottenere immagini più grandi in qualunque ambiente chiuso con una finestra. Infatti ponendo uno specchio piano dietro una maschera in cui c'è un foro di diametro opportuno, si può proiettare

su uno schermo bianco (un foglio di carta posto su un muro, per esempio) l'immagine del Sole che è tanto più grande quanto più il muro è distante dal foro come si vede nella figura che segue.



- L'uso dello specchio piano consente di proiettare l'immagine del sole dove è più comodo. La traiettoria dei raggi di luce può essere orizzontale, come se venissero dal sole al tramonto.

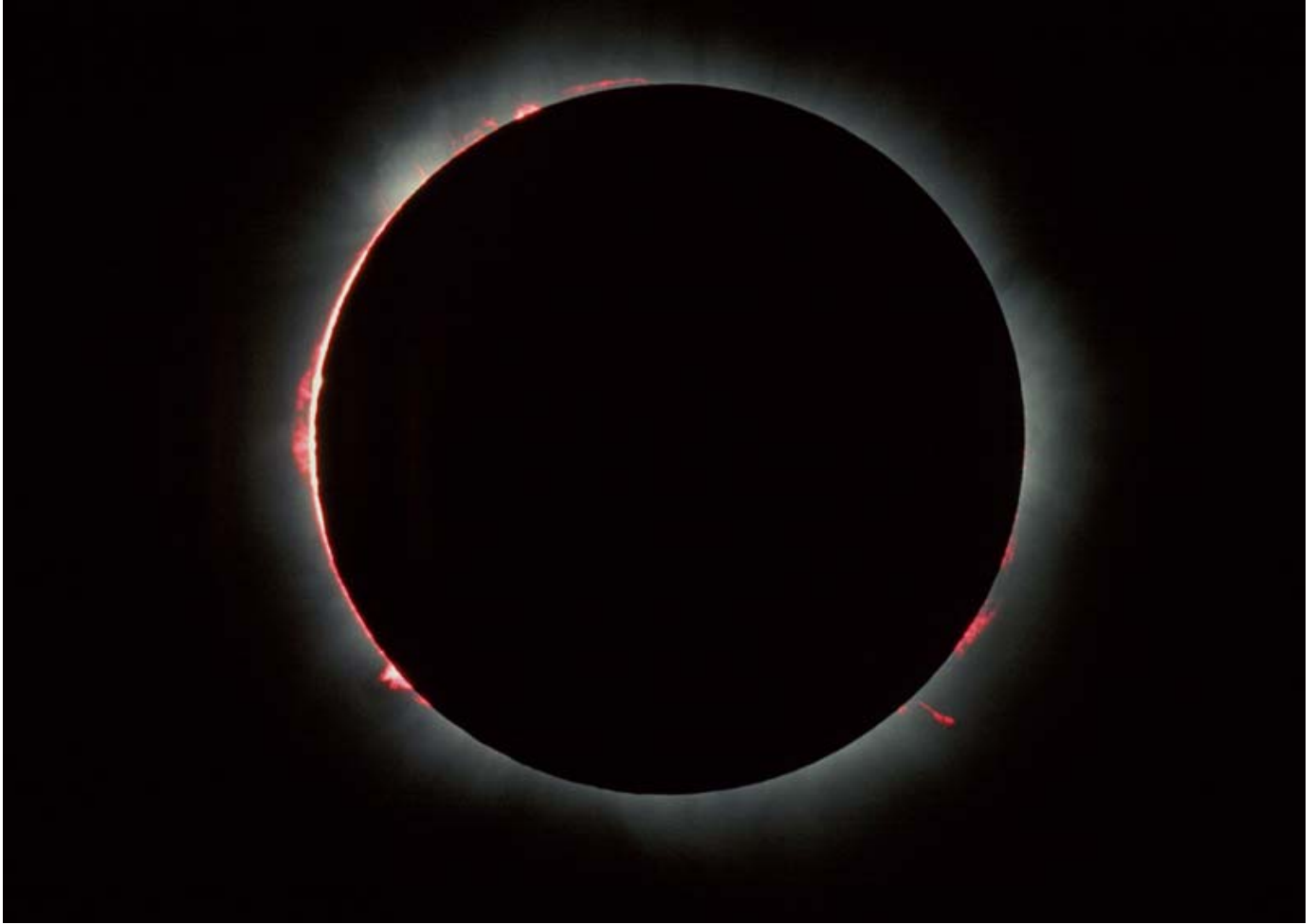
Per costruzione geometrica si ha le seguente proporzione: il diametro del Sole D sta alla distanza del Sole dalla Terra ST come il diametro d dell'immagine proiettata sullo schermo sta alla distanza f dello schermo dal foro. Quindi $d/f = D/ST$.

- La misura accurata del diametro apparente del Sole permette nel corso dell'anno di verificare che a causa dell'orbita ellittica la Terra e il Sole si avvicinano fino al 4 gennaio (e quindi il diametro apparente

aumenta) e si allontanano fino al 4 luglio (e il diametro diminuisce).

Si può verificare che esiste un valore ben preciso della distanza dello schermo dal foro stenopeico per cui l'immagine presenta la migliore qualità. Per un foro di 4 mm di diametro questa distanza è di circa 10 metri.

Con questi dettagli tecnici, da me messi a punto, è possibile osservare le macchie solari anche senza usare un telescopio. Kepler le osservò con il suo strumento nel 1611 prima di poter usare un telescopio.



L'eclissi di Sole dell'11 agosto 1999 durante la fase di totalità.

Facciamo tre tende

L'eclissi totale di sole e' il fenomeno più bello, più breve e più raro.

Aver assistito a questo spettacolo mi richiama l'episodio evangelico della Trasfigurazione: "E' bello per noi stare qui, facciamo tre tende" (Mc 9, 2-10) disse S. Pietro a Gesù, col desiderio di prolungare quella esperienza il più possibile. Si capisce il desiderio di rivederlo e la sensazione di non averlo visto con sufficiente concentrazione per cogliere i dettagli a cui appigliare la memoria per rivivere nei ricordi questa esperienza unica. Si giustifica anche una certa apatia nei confronti delle osservazioni astronomiche notturne da parte di chi ha potuto assistere al massimo spettacolo astronomico possibile. Nulla di più bello è possibile attendersi dall'osservazione dei cieli, se non un altro evento del genere, e la mente corre subito alla velocità del Saros (un periodo di oltre 18 anni) alla ricerca del riproporsi del fenomeno in qualche altra parte del mondo non troppo distante. E senza accorgersi, di due minuti in due minuti di tale spettacolo, gli anni corrono e la vita ordinaria trascorre velocissima e ci si ritrova adulti e poi anziani al cospetto di un altro "sole nero".

Die totale Sonnenfinsternis

Diverse lingue vengono usate per indicare questo fenomeno celeste, oggi ben conosciuto e previsto dalla scienza e largamente annunciato dai media, ora è stato "die Sonnenfinsternis" o "die schwarze Sonne". Erano quasi 300

anni che in Baviera non passava il cono d'ombra della luna e la prossima volta che questa gente potrà ripetere lo stesso nome attendendo tutti insieme questa notte diurna sarà fra più di 150 anni, chissà che cambiamenti saranno occorsi nel frattempo nella società del XXII secolo, e finanche nella lingua. Non accadrà più nello stesso modo, e la sensazione di aver vissuto un evento unico è una certezza. L'attesa scientifica per osservare per la prima volta ad occhio nudo la corona e le protuberanze solari, magari con l'ausilio ottico di un ingrandimento, ed il desiderio di assistere alla sospensione della natura in un religioso silenzio, lontano dalla confusione e dalle reazioni sguaiate della gente sono comunque delle pretese di appropriarsi di ogni possibile dettaglio per garantirsi un ricordo più vivo. Ma questo è anche un evento storico, è comprensibile che la sua solennità sia stata associata dagli antichi cronisti ad accadimenti epocali. Anche S. Luca evangelista ha voluto legare l'oscurità durante la morte in croce di Gesù ad un'eclissi di sole, a cui egli ha probabilmente assistito di persona, o tramite resoconti di parenti, ad Antiochia nel 29 d.C..

Fino a Riedering

Vedere l'eclissi insieme a migliaia di persone significa perdere il delicatissimo cinguettare dell'uccellino che come un'infinità di altri suoi simili nei secoli precedenti festeggia il ritorno della luce dopo la notte più breve della sua breve vita. Ma forse anche per l'uomo, più longevo, e con la possibilità di muoversi da un continente all'altro si tratta della notte più breve della sua vita. Vederla in una strada tra un agglomerato di case della campagna di Riedering è stato come perdere la dimensione storica dell'evento, stigmatizzata dalla visione nella città a contatto con i suoi

abitanti attuali inseriti in un ambiente ereditato dai predecessori, alcuni dei quali vissero una esperienza analoga eppure radicalmente diversa. Nel 1706 un disegno ha immortalato l'eclissi a Muenchen, oggi sono trascorsi più di 150 anni dal primo dagherrotipo e più di 100 dagli esperimenti dei fratelli Lumière, e tutti hanno cercato con questi nuovi aggeggi di catturare l'evento. La nostra corsa in automobile oltre i 100 chilometri orari, impossibile tre secoli fa, per cercare uno squarcio tra le nubi per vedere almeno la totalità tra un temporale e l'altro, ci ha portati su quella strada a sorprenderci della rapidità dello spegnersi della luce diurna, senza il tempo di fotografare, né di mettere a fuoco il fenomeno che pur con le nuvole davanti alla falce di sole che stava scomparendo, si stava egualmente manifestando a dispetto della mia incredulità. Un disegno eseguito entro un'ora al massimo sarebbe stato un valido mezzo di registrazione del fenomeno, come generazioni di astronomi hanno bene imparato a fare dal tempo in cui a Padova Galileo puntò per primo un cannocchiale al cielo, meno di un secolo prima che a Muenchen si manifestasse il precedente "schwarze Sonne", e quello spettatore artista lo fissasse su carta, ma neanche questo accorgimento è stato seguito. La corsa dell'ultim'ora e la quasi certezza di aver perduto la visione della corona solare a causa delle nuvole mi ha persino impedito di accorgermi subito che stavo osservando le sembianze ed i colori del "sole nero", mia sorella, Irene, ha esclamato "la corona!" e solo allora ho capito.

Un'iride fiammeggiante ci ha scrutato per alcuni istanti

Con movimenti quasi automatici, grazie a 20 anni di osservazioni astronomiche, ho impugnato il mio vecchio binocolo e per qualche decina di secondi ho osservato gli

incredibili dettagli che la coltre nuvolosa lasciava trapelare movimentandoli. Fontane di luce si allontanavano dal disco oscuro, e tra tutte ne spiccava una grande e brillante che usciva dal polo sud, mentre a sud est il rosso vivo di una protuberanza testimoniava un imprevedibile cromatismo del fenomeno. Queste emanazioni del sole erano inserite in un chiarore determinato da filamenti che terminavano con una sfumatura violacea. Il disegno dei filamenti ricordava la struttura di un campo magnetico con l'asse orientato nord-sud. Un'inconcepibile pupilla oscura circondata da un'iride fiammeggiante ci ha scrutato per alcuni istanti finché un altro strato di nubi ce ne ha sottratto lo sguardo, che privo di supporto fluttuava nel cielo oscurato. Il sole in quel momento ha mostrato la sua vera bellezza, che l'usuale fulgore ci sottrae: ciò che di solito abbaglia i nostri occhi senza permettere né di essere osservato senza l'ausilio di filtri né di percepirne i colori, ora appariva circondato da una vera e propria corona con quei filamenti a fare da punte. La corona aveva l'aspetto di ciò che sovrabbonda dopo una grande esplosione: una volta sottratta la grande energia emessa dal disco del sole, il cui ultimo lembo orientale abbiamo potuto seguire nel suo scomparire senza la protezione di filtri dato che le nuvole erano frapposte tra noi ed il sole, ne restava come la sua emanazione, lontano ricordo della sorgente da cui ha origine. Il sole si è reso visibile, si è mostrato ai mortali con i suoi veri colori, anche solo per pochi istanti ogni moltissimi anni, ha permesso di osservare a tutti le sue attività e soprattutto la sua incomparabile bellezza, lasciandocene una nostalgia inguaribile.

Un giorno in più

Sono stati due minuti circa in cui è scesa una breve notte a mezzogiorno, con tanto di fresco venticello, una notte illuminata da una luce particolare in cui i contrasti e i colori usuali sono tutti spariti. La luce della luna piena, che è la condizione più simile a questa oscurità meridiana, non offre la possibilità di percepire i colori, cosa possibile invece durante l'eclissi. Le nubi più alte, colossali guardiani del cielo blu smorto, avevano la colorazione della neve impolverata da tempo, come non fossero più in grado di riflettere pienamente la luce del sole, ed invece era questa che si riduceva e si modificava all'incedere della luna nella sua orbita. Le montagne della Baviera a sud erano verde cupo, inaspettatamente illuminate dalla diafana luce coronale. Le luci di Riedering hanno cominciato ad accendersi e la temperatura ha raggiunto valori notturni.

Poi un fiotto di luce ha acceso di arancio il cielo annuvolato nella direzione dove la silenziosa iride del sole nero aveva sfavillato per alcuni istanti tanto brevi quanto incantevoli e la falce di sole si è fatta via via più grande riconquistando a quel giorno magico i connotati comuni a tutti gli altri di questo millennio, ma chi non era in quella piccola striscia ampia 100 chilometri ora sa che nel 1999 c'è stato un giorno in più, fiorito dall'11 agosto in cui a mezzogiorno è tornata la notte.

Il Padre vi ama

Non esisteva un luogo più indicato di piazza S. Pietro per trascorre i momenti del passaggio tra il secondo millennio dell'era cristiana ed il terzo.

E' stato un evento di portata storica. Infatti grazie alla Chiesa Cattolica oggi tutto il mondo ha un unico calendario. Mille anni fa non esisteva un unico calendario, neppure in Italia. L'uso di contare gli anni a partire dalla nascita di Cristo è dovuto a Dionigi il Piccolo, a metà del primo millennio. La riforma del calendario è di Gregorio XIII a metà del secondo. Ambedue le riforme necessiterebbero di revisioni, così da soddisfare la meticolosità degli storici, dei matematici e degli astronomi.

Comunque la Storia ha già sancito che il terzo millennio è incominciato.

La basilica di S. Pietro costituisce il deposito storico artistico e religioso più cospicuo al mondo, e rappresenta bene l'eredità che il secondo millennio ci consegna. Al suo cospetto abbiamo fatto memoria anche del progresso in campo scientifico, tecnologico e sociale, senza dimenticare i lutti e le guerre che hanno segnato l'epoca trascorsa.

Il duemila noi giovani e adulti presenti in piazza lo immaginavamo in modo più esotico, con qualche astronave in più, ma niente telefonini satellitari. I ragazzi, già sazi di una fantascienza mitopoietica, affatto protesa verso un contatto futuribile con la realtà, come invece la fantascienza di Verne, Asimov e Sagan, hanno accolto il duemila in modo molto naturale, come un semplice nuovo anno. La naturalezza con cui essi dispongono delle cose nuove e di quelle antiche ci avverte che la transizione con il futuro è già avvenuta, senza strappi né indugi. Il progresso nei mezzi di trasporto delle persone, pur essendo avvenuto in parte, non ci attesta questo ingresso nel futuro quanto piuttosto quello avvenuto nel trasferimento di informazioni tra le persone che è già ad un livello fantascientifico.

La finestra all'ultimo piano del Palazzo Apostolico era illuminata, come le altre sere. I romani sanno che il Papa è al lavoro quando la luce è accesa. Si sarebbe affacciato da lì per impartire la benedizione "Urbi et Orbi" di mezzanotte. Guardando il Papa senza un binocolo dalla piazza si intravede solo una sagoma bianca.

Il Papa lo ho visto dal vivo anche da molto vicino, tante volte in televisione; quella folla per Roma non è una novità così come i fuochi artificiali. Non avevo capito del tutto cosa significasse volere bene al Papa. Egli rappresenta Cristo in terra, l'unità della Chiesa, ma annunciarlo ed attenderlo come fosse un divo mi pareva una forzatura, risultato di una legge non scritta dei

media e dei suoi utenti che esige proprio la creazione di divi. Essi infatti si devono concedere alle folle per soddisfare la loro esigenza di poter dire "c'ero anch'io" per colorare di novità l'ordinarietà della loro esistenza, anche se si trattasse di una novità effimera. C'era forse il rischio che la folla accomunasse Giovanni Paolo secondo ad un cantante famoso, un musicista o uno sportivo, in quanto figure capaci di fornire la sufficiente dose di straordinarietà per rendere memorabile un evento.

Niente lasciava premonire quella mezzanotte come un evento storico.

Lo spettacolo musicale aveva raggiunto il suo apice con alcune canzoni di Baglioni quando i fuochi pirotecnici hanno illuminato il cielo dalle pendici del Gianicolo. Il Papa si è affacciato durante i fuochi ai quali per qualche minuto ha assistito in silenzio. Mi è bastato vedere la sagoma bianca per capire che il Papa era alla finestra per ciascuno di noi. Che a quella finestra stava una persona con un cuore così grande capace di amarci tutti. Il giorno dopo ho potuto vedere in TV che il suo volto era deformato dalla sofferenza, ma non è il sacrificio l'unità di misura del suo amore. Non è la compassione che fa renderci conto dello sforzo che egli ha dovuto sostenere per noi e quindi a svelarci il suo amore per noi.

Il suo è amore e basta, amore a prima vista, quello che si vede lontano mille miglia. E' l'amore del Padre che

guarda da lontano se il figlio ritorna. E' l'amore di padre che Papa Giovanni, che chiamavano il "Papa buono", espresse quando una sera raccomandò di portare una sua carezza ai bambini che aspettavano a casa.

"Abbiate la certezza che Dio vi ama!" ci ha detto. Così il Papa ha aggiornato lo slogan del grande Giubileo del 2000 "Cristo è lo stesso ieri oggi e sempre (Ap 13, 4)". Con questa certezza iniziamo il terzo millennio, ringraziando Dio di averci donato un Pastore che ama così tanto le sue pecorelle, e di avermelo fatto comprendere pienamente anche col cuore proprio nella notte tra i due millenni.

Costantino Sigismondi

Costantino Sigismondi

Sono nato e vissuto a Roma, ho 30 anni, guardo il cielo da 20.

Ho la laurea e il dottorato in fisica alla "Sapienza" con tesi in astronomia X e fisica teorica e la licenza in Sacra Teologia alla Lateranense con tesi su astronomia nei Vangeli.

© 2000