

Prefazione al volume 13 di Gerbertus: dalla variabilità stellare di Betelgeuse a quella solare

Costantino Sigismondi

(ICRA/Sapienza Università di Roma and IIS F. Caffè)

submitted 3 march 2020, accepted 2 July 2020.

Abstract

Stellar variability becomes evident to a general audience in the case of Betelgeuse. Its grand minimum of beginning 2020 is unprecedented in modern times, but probably well known to ancient civilization (Greeks, Australian Aboriginal, see papers of 1997AAVSO and Bradley Schaefer). The primary period of 1.2 year is modulated by a 5.8 years one; the expulsion of dust by this supergiant produces other modulations with longer periods, responsible of this last deep minimum. Some papers on this very deep minimum are presented and discussed, in order to introduce at school the Fast Fourier Analysis in the study of temporal series.

The temporal series of solar activity are available from sunspots observations since 1610 and from proxies of the same activity back to 11000 years BCE (Usoskin 2014). The periodicities of such series are shown in Scafetta (2020) who explains them in term of planetary periodical resonance bands. All planets are involved, because a nonlinear machine as the solar dynamo can be driven by very small, but periodical, perturbations.

Leamon et al. (2020) forecast with Hilbert transform on SunSpot Number the appearance of the terminator of the cycle XXIV on May 2020; this would give end to this second consecutive prolonged minimum with 2 years of no spots.

The observation of the sunspots on the Sun in March-July 2019 has prepared the Lucky Imaging method to be used in Mercury transit of November 11, 2019 (later observed through clouds veil in Pescara). The evolution of the large sunspots appeared in March-April 2019 occurred 150 years after the redaction of “Il Sole” the first italian textbook in Solar Physics, written by father Angelo Secchi in 1869. The Gerbertian congress of 2018 was dedicated to him, and we had also the occasion to know his thinking about extraterrestrial life. He was the first to speak about Canals for Mars in a letter to Schiaparelli. Finally the partial solar eclipse of June 21, 2020 has been analyzed to recover the contact timings and maximum phase with astrometrical accuracy.

Tema guida del volume 13

Il tema portante del presente volume 13 è la variabilità stellare di Betelgeuse, sia come tema di interesse nell'antichità, sia come palestra di astronomia osservativa di qualità sia pur fatta alla maniera degli antichi, e cioè ad occhio nudo. Ma anche il Sole come stella variabile è di nostro



interesse, e anche molto più a vasto raggio viste le implicazioni climatiche quantomai ignorate nel mantra dell'Anthropogenic Global Warming.

Serie temporale di Betelgeuse

La stella che ho seguito giornalmente dal 26 dicembre 2011 è Betelgeuse, alfa di Orione, con più di 680 osservazioni inviate al database AAVSO fino al maggio 2020. Nel caso di più osservazioni in una sola notte, si è potuto stabilire l'incertezza sperimentale del valore della magnitudine stimato, che nell'insieme dei dati è migliore di 5 centesimi di magnitudine.

Con l'insieme dei dati si ottiene una curva di luce, ossia intensità luminosa della stella al trascorrere degli anni, e una visione d'insieme della sua luminosità col tempo consente di individuare il periodo principale di 1.2 anni, e una modulazione più lunga, che la letteratura scientifica trova in 5.9 anni. L'analisi di Fourier mediante Fast Fourier Transform della curva di luce di Betelgeuse ha dato questi tempi caratteristici (Karovska, 1987), ma anche un'ispezione ad occhio consente di apprezzare i due periodi principali; così da poter introdurre direttamente e semplicemente il concetto di analisi di Fourier sulle serie temporali. Anche il teorema di Shannon-Nyquist sul Campionamento entra in gioco in questo approccio, poiché non si può essere certi che una funzione periodica abbia un certo periodo se non si è osservato un fenomeno almeno per la durata di questo periodo, meglio per due periodi. Sembra ovvio, ma quando si parte dai dati e non da un modello predittivo, tutto diventa più complicato.

Il caso del Sole, che è l'altra stella variabile la cui fenomenologia può essere alla portata dell'occhio nudo nei grandi telescopi a foro stenopeico (come lo Gnomone Clementino a S. Maria degli Angeli in Roma), è emblematico: conosciamo le macchie dal 1610 da quando Galileo le osservò per primo, ma solo nel XIX secolo Schwabe ne provò l'andamento ciclico di 10 anni poi ritoccato ad 11. Oggi si riscontrano periodicità più lunghe: 45-60; 80; 200-300; 800-1200 e 2300 anni, le ultime identificate dall'andamento di indicatori indiretti (anelli degli alberi, carote di ghiaccio...) dell'attività solare, che all'epoca non aveva spettatori al telescopio. Queste periodicità influenzano il nostro clima, e sono a loro



volta influenzate dai pianeti come mette in evidenza lo studio di Nicola Scafetta.

Un ciclo di attività dall'altro è separato da un minimo, che a differenza della luminosità stellare può essere caratterizzato anche da zero macchie per qualche anno come è capitato tra il XXIII e il XXIV nel 2009-2012 e ora alla fine del XXIV.

L'inizio di un nuovo ciclo viene studiato mediante un'altra trasformata, quella di Hilbert. Con questo approccio è stato identificato l'evento "terminator" di un ciclo undecennale, e per l'avvio del prossimo ciclo XXV è prevista la data di maggio 2020 entro 5 mesi di accuratezza.

Il Sole variabile

Dall'articolo di Scafetta (2020) la variabilità solare è di origine planetaria, e le sue periodicità dipendono dalle combinazioni dei moti orbitali di tutti i pianeti. Già da un *toy model*, modello semplificato, a orbite circolari vengono fuori bande di risonanza corrispondenti ai periodi già individuati dagli astronomi alla fine del XX secolo (Gleissberg, Eddy, Vries..).

Il Sole ha avuto una variabilità recente con il Minimo di Maunder (1645-1715) al culmine della Piccola Era Glaciale e quello di Dalton (1810-14), e recentissima con il massimo (di Eddy) del 1947 quando il Sole ha raggiunto il livello di attività più alto da quando esistono i telescopi. Negli ultimi due minimi è stato senza macchie per circa 2 anni di fila.

L'onset del minimo di Maunder non è stato ancora spiegato, e potrebbe ripetersi prima che troviamo come avviene, senza perdere la ciclicità di 11 anni che riemergerebbe ancora sincronizzata al suo termine.

La conclusione del XXIV ciclo con una serie di grandi macchie apparse -dopo un anno di quiete- all'equatore solare a marzo 2019, con strascichi fino a luglio 2019, ha anche fatto ricordare la tempesta solare di Halloween del 2003, citata da Leamon et al. (2020) nell'ambito di un articolo sulla previsione dell'inizio del prossimo ciclo XXV mediante il timing dei terminators, individuati mediante trasformata di Hilbert del conteggio delle macchie.



L'occasione divenuta piuttosto rara di osservare macchie solari ha favorito lo studio per mettere a punto un metodo di “lucky imaging” con video fatti al telescopio, raggiungendo il secondo d'arco di risoluzione con l'apertura effettiva di 10 cm con un telescopio Newton URANIA da 25 cm f/4 diaframmato per l'osservazione solare (fig. 1).

Ma cosa sarebbe accaduto se da queste macchie fosse partito un flare come quello di Carrington del 1 settembre 1859?

Cosa ne sarebbe della nostra civiltà informatica dopo una tempesta geomagnetica di quelle proporzioni?

Sono stati argomenti che hanno appassionato gli osservatori di quell'evento ormai divenuto raro, di una macchia grande più volte il pianeta dove ci troviamo, che mutava di giorno in giorno forma, sotto l'azione delle immani forze che emergono alla superficie del Sole.

Erano i mesi di marzo aprile e maggio 2019, subito dopo l'equinozio di Primavera.

Il Sole di Angelo Secchi e il convegno Gerbertiano del 2018

Nello stesso periodo si è compiuto il 150° anniversario della redazione del testo di Angelo Secchi “il Sole” in lingua italiana, scritto prima della più corposa edizione francese del 1877 (Parigi, Gauthier). Questo testo mostra come a Roma, sul tetto della Chiesa di S. Ignazio a Campo Marzio, padre Angelo Secchi seguiva l'evoluzione della nostra stella giornalmente, fino a conoscerne con precisione le fenomenologie e prevederne parecchi sviluppi. Secchi, del quale abbiamo celebrato nel 2018 il bicentenario della nascita, è uno dei padri (di nome e di fatto) fondatori dell'astrofisica solare. Di notte con la spettroscopia stellare ha contribuito, invece, alla fondazione della moderna astrofisica. Il Convegno Gerbertiano del 2018 è stato, perciò, dedicato a Secchi e allo studio delle sue attività.

La vita fuori dalla Terra

Interessante è notare che fu lui il primo a denominare “canali” quelli osservati su Marte dallo Schiaparelli a Milano, e dagli astronomi Europei (Antoniadi a Meudon, Cerulli a Collurania) e Americani (su tutti Lowell al suo osservatorio). Nel secolo XIX fino a gran parte del XX la vita sugli altri



pianeti era considerata possibile, se non certa. La stessa certezza oggi è spostata più in là, dove la risoluzione angolare non può arrivare... ma le lezioni di Giovanni Tinetti (Cattedra Enrico Fermi 2018/9 alla Sapienza e University College London) sui pianeti extrasolari sono state costellate di esemplificazioni di varie tecniche per l'individuazione di segnali di presenza di vita nell'atmosfera di un lontanissimo pianeta.

Fig. 1 regione attiva
NOAA/AR2741 osservata il 17
aprile 2019 alle 10:28 col Newton
25 cm/f4 diaframmato a 10 cm.

Cerulli (1897) aveva messo in evidenza come i canali fossero meglio visibili di taglio piuttosto che mentre erano in meridiano, spiegandone le ragioni ottiche.

Oggi che molte sonde hanno orbitato attorno a Marte e vi sono anche atterrate, la storia dei canali è considerata un esempio di pareidolia, ossia che il nostro cervello vede ciò che non c'è collegando idealmente con linee

delle regioni sul pianeta ad albedo minore delle altre.

Herbert George Wells nella Guerra dei Mondi (1938) ha immaginato che le forme di vita intelligenti marziane avessero deciso di colonizzare la Terra per le loro necessità metaboliche, visto che non perdevano tempo a digerire per nutrire il loro sangue... ma dopo aver imperversato per una settimana nei sobborghi di Londra, la città più popolosa del Mondo di allora, seminando morte e panico con la loro superiorità tecnologica di robot mossi direttamente dalla loro mente telepatica, quando anche le loro



piante conquistano velocemente le nicchie ecologiche terrestri... rimangono improvvisamente bloccati dai nostri batteri: si ammalano e muoiono. Gli eserciti di tutto il Mondo non avrebbero potuto nulla, fuorché l'atomo... che però era ancora ignoto all'epoca del racconto, eppure i nemici invisibili, perché microscopici, si mostrarono i migliori alleati della vita sulla Terra.

Oggi amminoacidi complessi sono stati trovati sulla Cometa CG-67 da Andrea Raponi et al. (2020) e sembra provengano dalla nube stellare da cui si è formato il nostro sistema solare. Sir Fred Whipple quando parlava di palla di neve sporca per le comete e panspermia per la diffusione della vita nel cosmo, non aveva una visione tanto differente da quella che i dati scientifici oggi tornano a farci intravedere. Vita, o suoi mattoni costituenti, dappertutto. Qualcuno ha già studiato la possibile correlazione tra epidemie e passaggi di comete, nel tentativo di superare la visione astrologica con una astrofisica... in cui la cometa porterebbe qua e là semi di vita aliena... (Hoyle, 1986).

Serie temporali dendrocronologiche e curve di luce delle stelle

Il problema dello studio di una serie temporale è molto simile in astrofisica e in botanica. Per Betelgeuse sono ben noti i minimi, ma nessun massimo è stato chiaramente rilevato. Per gli anelli di accrescimento degli alberi il confine tra un anno e l'altro può sfuggire nel rumore, tema del XI volume (2018). Dopo l'articolo di Scafetta vengono proposti i dati relativi all'eclissi di Sole del 21 giugno 2020, parziale e quasi radente per Roma.

Con questa eclissi si è dimostrata una volta di più la validità del metodo per la misura del diametro solare usando le eclissi, estendendolo anche al caso di fase parziale (questa è la vera novità) ritenuto fino ad ora troppo impreciso e/o "rumoroso" ai fini astrometrici. Questo dato di diametro solare, insieme agli altri, presi ad alta risoluzione, cioè con accuratezza statistica attorno a 0.1 arcsec, va a comporre una serie temporale sulla possibile variazione di diametro solare, di elevato interesse astrofisico.

Fino ad ora questi dati o mancano o sono isolati e limitati ai transiti di Mercurio e Venere osservati da SOHO e SDO (Emilio, 2019)



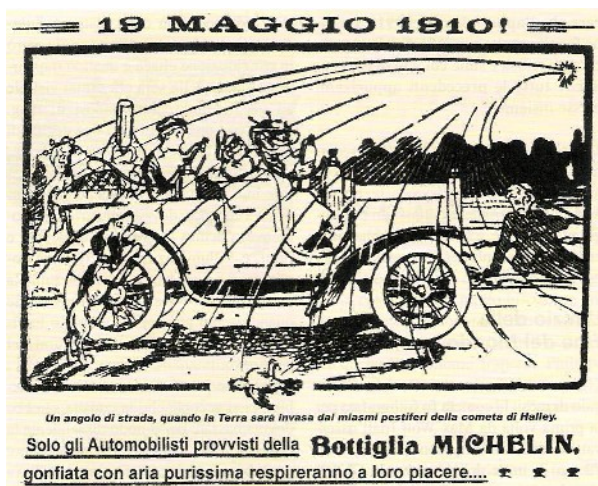


Fig. 2 La bottiglia MICHELIN del 19 maggio 1910 quando la Terra attraversò la coda della cometa di Halley

Un modello “cinematico” per Betelgeuse

Consentire ad uno studente di scuola secondaria di seguire un fenomeno come la variabilità stellare ad occhio nudo è lo scopo precipuo di questo volume. Ma anche gli strumenti matematici per impostarne l'analisi dei dati fanno parte di questo obbiettivo. Lungo il volume presentiamo vari modelli interpretativi della fenomenologia di Betelgeuse, sono ben esemplificati nella ristampa sull'occultazione asteroidale parziale del 2 gennaio 2012 (ce ne sarà un'altra totale da parte di 319 Leona (60 km, 94 mas sui 48 mas di Betelgeuse tra l'11 e il 12 dicembre 2023). La differenza tra discesa e risalita della curva di luce durante il minimo 2019-2020 è trattata nell'articolo sulle eclissi “polverose” di Betelgeuse. L'attenuazione progressiva di una nube di polvere lungo la linea di vista è un modello fisico di ciò che realisticamente stava accadendo attorno alla stella, corroborato da immagini ad alta risoluzione nell'ottico (VLT), IR (Safonov, et al 2020) e microonde (ALMA), si vedano le referenze a pag. 72. Due sinusoidi di periodo 1.2 e 5.9 anni, rappresentate a pag. 9, rappresentano grossolanamente, con il fenomeno dei battimenti, i periodi principali di oscillazione della luminosità di Betelgeuse. Questo è già un modello



“cinematico”, cioè che rappresenta, senza spiegare le ragioni, ciò che si osserva. Uso la parola “cinematica” che descrive il moto senza analizzarne le cause, compito della dinamica, ma potrei usare anche “fenomenologico” che indica un modello di qualsiasi natura che rappresenta i fenomeni, senza pretendere di spiegarli. Anche vedere un'attenuazione della luce di Betelgeuse, come parte di un fenomeno oscillatorio è un modello “cinematico”, approssimativo quanto vogliamo (perché non tiene conto della differenza di velocità osservata in discesa e in risalita), però consente di prevedere il raggiungimento del massimo dalla conoscenza dell'istante del minimo e di quello della maggior velocità di cambiamento della luminosità della stella. Proprio questo modello è stato tenuto in considerazione per l'ATel#13601 del 31 marzo 2020 che si deve tradurre e leggere così: *Betelgeuse è oggi a magnitudine 0.90 e sta cambiando la sua luminosità di 0.02 magnitudini al giorno; se questa resterà la massima velocità, è ragionevole aspettarsi che la stella raggiunga in altri 40 giorni il massimo attorno alla magnitudine 0.4.* Il minimo era stato raggiunto attorno al 21 febbraio a magnitudine (osservata da me) 1.45. La previsione “cinematica” sul max è stata verificata dalle osservazioni AAVSO tra il 10 maggio e il 12 giugno. Modelli dinamici e dati submillimetrici di JCMT, APEX, e tra 0.7 mm di ALMA e 10 cm di VLA includono il recente minimo di Betelgeuse (AGB)

Referenze

- H. G. Wells, La Guerra dei Mondi, Avvenimenti-Ultime Notizie 185 (1998)
F. Hoyle, La voce della Cometa, Longanesi (1986)
V. Cerulli, Mars en 1897, Rev. Astr. Soc. Astron. Belgique (1897)
G. Tinetti, I pianeti extrasolari, Il Mulino, Bologna (2013)
N. Scafetta, Solar Physics 295, art. 33 (2020)
Leamon, et al. Solar Physics 295, art. 36 (2020)
M. Karovska, Lecture Notes in Physics, 274, 260 (1987)
C. Sigismondi, Astronomer's Telegram #13601 (2020)
A. Raponi, et al. Nature Astronomy, 4, 500 (2020)
AGB Newsletter [No. 276](#) July 2020 (2020)
M. Emilio, Meeting *Mercurius in Sole Visu*, ICRANet Pescara 11 nov. 2019

