

## IL LUNGO MISTERO DI EPSILON AURIGAE

Epsilon Aurigae, più calda del sole e più grande dell'intera orbita terrestre, emette circa 130mila volte più luce del Sole, e questo è il motivo per cui ci appare di terza magnitudine alla distanza di 2000 anni luce.

Secondo il modello attualmente più accettato, un lungo oggetto scuro inizia questa estate a passare davanti al suo centro, un'eclisse della durata di due anni che avviene ogni 27,1 anni. L'oggetto sembra essere un disco opaco ellittico spesso 1 UA ed esteso per circa 10 UA. Qualsiasi cosa si trovi nel suo centro, questo appare nascosto, sebbene ci sia anche l'evidenza che si possa vedere attraverso il centro.

|                     |                  |
|---------------------|------------------|
| Inizio dell'eclisse | 11 agosto 2009   |
| Inizio del minimo   | 19 dicembre 2009 |
| Fase centrale       | 4 agosto 2010    |
| Fine del minimo     | 19 marzo 2011    |
| Fine dell'eclisse   | 13 maggio 2011   |

### Una lunga storia

La stella è apparentemente una normale tipo FO supergigante, distante 2000 anni luce. Ma, periodicamente, qualcosa la copre parzialmente. Durante ognuna delle lunghe eclissi, la stella perde metà della sua luce, passando dalla magnitudine 3,0 alla 3,8. La variazione è ben visibile anche a occhio nudo, se vi si presta attenzione.

L'astronomo tedesco Johann Fritsch fu il primo a riportare la diminuzione di Epsilon Aurigae nel 1821. Nel 1847, Friedrich W. Argelander ed Eduard Heis seguirono la diminuzione seguente abbastanza bene da stabilire la natura ad eclisse del sistema e suggerirono il suo periodo estremamente lungo.

Questi eroici osservatori visuali notarono anche una variazione a breve periodo e di bassa ampiezza (di circa 0,1 magnitudini), che ora viene in genere spiegata come una pulsazione di tipo cefeide della supergigante F. Ma anche questa variazione potrebbe avere una causa del tutto differente ed essere la chiave per capire tutto il sistema.

Le eclissi seguenti avvennero nel 1874 e 1903. Nel 1928, nell'imminenza della successiva eclisse, Harlow Shapley (Osservatorio di Harvard) applicò il metodo di analisi di Russel per le binarie ad eclisse. Shapley concluse che la stella F ha un diametro cento volte maggiore di quello solare (oggi il valore accettato è di circa 300 diametri solari); inoltre, trovò – aspetto cruciale – che il compagno che provoca l'eclisse ha una massa circa equivalente a quella della supergigante (stima attualmente ancora valida).

Un compagno con una massa così grande dovrebbe brillare quasi come la supergigante F. Ma lo spettro del sistema non mostra alcuna luce proveniente dal compagno!

Questo problema, insieme all'eclisse parziale così notevolmente lunga, rende Epsilon Aurigae piuttosto misteriosa. Durante l'eclisse del 1928-30, Dean B. McLaughlin e altri rintracciarono degli spostamenti Doppler spettroscopici che indicavano un vasto oggetto in rotazione che passava davanti alla supergigante F. Questo suggeriva una struttura di tipo discoidale, simile ai

flussi di gas che sono stati dedotti in altre stelle binarie strette. Ciò nonostante, nel massiccio oggetto oscuro non si manifesta la presenza di alcuna stella.

## **Le migliori stime di oggi**

Decennio dopo decennio, i grandi nomi degli astrofisici del 20° secolo hanno provato a spiegare questo comportamento. Gerard Kuiper, Otto Struve e Bengt Stromgren proposero nel 1937 che un enorme "guscio stellare" semitrasparente provochi delle eclissi parziali della supergigante F, mentre gli elettroni del suo lato illuminato diffonderebbero la luce, per rendere conto di quanto si osserva durante l'eclisse. Questo modello non riuscì però a rendere conto di tutti i fenomeni osservati.

Nel 1965, uno studente di Struve, Su-Shu Huang, propose il modello base oggi accettato. Huang suggerì che un disco opaco, visto quasi di taglio, passi attraverso la zona centrale del disco della stella F, lasciandone scoperte solo la parte superiore e quella inferiore, che continuano ad essere visibili.

Sappiamo che i due oggetti orbitano uno intorno all'altro separati da 27 unità astronomiche, quasi la distanza di Nettuno dal Sole (secondo le misure del periodo orbitale, combinato con la velocità radiale della stella F sui due lati dell'orbita). Questo significa che il disco ha un raggio che si approssima a 10 unità astronomiche, ovvero maggiore dell'orbita di Giove.

Il modello del disco di Huang spiega bene molti aspetti del comportamento dell'eclisse, ma già dall'eclisse del 1954-56 sono emersi degli aspetti che sviluppano ulteriori domande. Nel 1970, Kjeld Gyldenkerne ha riassunto molti dei dati allora disponibili e ha messo in evidenza diversi aspetti da chiarire.

Primo, c'era un leggero aumento di luminosità durante la fase centrale dell'eclisse. Questo sembrerebbe suggerire la presenza di un foro nel centro del disco; attraverso di esso potrebbe brillare una parte della stella F. Ma se il centro del disco è trasparente e noi vediamo attraverso, perché non scorgiamo la massiccia stella secondaria che dovrebbe brillare in quella posizione?

Inoltre, l'incremento di luminosità fu più forte nell'eclisse 1954-56 rispetto a quelle precedenti, come se l'apertura fosse divenuta più grande per il nostro punto di vista.

Sta cambiando anche la durata dell'eclisse. La durata del minimo si è allungata di circa 64 giorni, mentre la lunghezza totale dell'eclisse, incluse le fasi di ingresso e uscita, è diminuita di circa 44 giorni! Gyldenkerne ha notato che le leggere variazioni di 0.1 magnitudini della stella F potrebbero perlomeno in parte spiegare queste differenze, poiché è possibile confonderle con le fasi iniziali e finali. Ma anche tenendo conto di questo aspetto, rimangono delle variazioni.

L'eclisse del 1982-84 è stata quella più studiata finora da parte di una nuova generazione di osservatori, che si sono avvalsi di equipaggiamenti più avanzati. Sebbene non si sia rivelato facile separare le variazioni di bassa ampiezza dall'effetto dell'eclisse, la strana tendenza notata da Gyldenkerne è stata vista incrementare.

La luminosità centrale è stata ancora più forte, la fase di minimo è durata di più, mentre la caduta all'inizio e la risalita alla fine sono state più brevi. Evidentemente il gigantesco corpo eclissante sta variando il suo aspetto in un tempo scala di pochi decenni.

Un'idea recente e convincente del motivo per cui non vediamo la stella secondaria è che la sua massa sia divisa tra due stelle in un'orbita relativamente stretta, ciascuna delle quali sarebbe di tipo spettrale B di Sequenza Principale. Una tale coppia giustificerebbe l'alta massa, ma

sarebbe molto meno luminosa della supergigante F. D'altra parte, deboli tracce di luce stellare di tipo B sono state identificate nello spettro del sistema: forse si tratta di luce riflessa o diffusa da gas o nubi di polvere, mentre le stelle rimangono nascoste.

Una coppia di stelle nel centro del disco dovrebbe agire come una frusta gravitazionale, mantenendo priva di materia quella regione. Le due stelle dovrebbero anche allontanare il disco di materia, evitando che spiraleggi e che scompaia, come normalmente fanno i dischi protoplanetari di grande massa.

Possiamo immaginare che, in questo modo, il disco sia mantenuto massiccio e denso, con planetesimi che si formano, collidono e si polverizzano uno sull'altro, con il disco bloccato in questo stadio di formazione, inadatto a stabilirsi in un comune sistema planetario.

Se (come suggeriscono i dati polarimetrici) il sistema binario centrale del disco è in qualche modo inclinato rispetto alla sua orbita intorno alla stella F, l'interno del disco, il centro e le parti esterne dovrebbero di conseguenza essere orientati con differenti inclinazioni, proprio come ci appaiono le galassie che mostrano dischi distorti. Questo spiegherebbe la strana forma del disco, apparentemente a profilo di sigaro durante le eclissi.

## **Fuori eclisse**

Dai dati raccolti negli anni recenti, iniziano ad emergere alcune indicazioni. Il-Seong Nha (osservatorio Yonsei, Corea del Sud) ha pubblicato una curva di luce molto precisa, che ricopre il periodo fuori eclisse dal 1984-87. Nha ha trovato una quasi periodicità di 96 giorni nelle variazioni luminose di bassa ampiezza.

L'astrofilo Lou Boyd, presso il suo osservatorio privato in Arizona, ha seguito accuratamente la Epsilon già dal 1987; i suoi dati, attraverso gli anni 90, indicano un periodo leggermente più breve, una variazione periodica di 89 giorni.

L'astrofilo Jeff Hopking, che ha realizzato una delle migliori registrazioni fotometriche per l'eclisse 1982-84 dal suo osservatorio privato a Phoenix, ha riassunto il suo lavoro fotometrico su questa stella nel 2003. Ha trovato che la variazione quasi periodica ha accelerato fino a un periodo di 71 giorni durante la sessione osservativa 2003-04. Questa ha continuato ad accelerare fino a un periodo di 65 giorni nel 2007-08.

E' sempre rischioso estrapolare, ma - a questo ritmo - entro pochi decenni le variazioni luminose a bassa ampiezza potrebbero diventare molto veloci, forse indicando l'avvicinarsi di un evento importante. In considerazione della distanza di 2000 anni luce della Epsilon, questo evento potrebbe essere già avvenuto, e siamo in attesa che ci arrivi il suo segnale.

Nel frattempo, i dati pubblicati per le quattro eclissi del 20° secolo mostrano che la durata della totalità si è nettamente allungata: da 313 giorni nel 1901 a 445 nel 1983. Ancora, la durata globale dell'eclisse, che include la fase in cui la luminosità cala e quella della risalita è diminuita da 727 giorni nel 1901 a 640 nel 1983.

Tenendo sempre presenti i rischi delle estrapolazioni, si può prevedere che queste fasi dell'eclisse tenderanno a svanire nei prossimi decenni?

## **Perturbazioni da un pianeta gigante?**

Queste variazioni potrebbero essere spiegate grazie ai recenti sviluppi nello studio di protostelle e pianeti extrasolari, i cosiddetti "Giove caldi".

Questi oggetti sono comuni tra i sistemi extrasolari. Si ritiene che siano dei protopianeti che migrano verso l'interno del loro sistema attraverso un disco massiccio, spiraleggiando verso un'estremità infuocata nella stella centrale. Poi, si posizionano in qualche modo su un'orbita situata vicino alla stella.

Se uno o più proto-Giove caldi si trovano in questa situazione nel disco prodotto dall'oggetto centrale di Epsilon Aurigae (o forse scagliato lontano da una coppia di fruste gravitazionali), le variazioni dovrebbero alterare la distribuzione di materia nel disco.

Un neonato Giove caldo in una fase finale di percorso a spirale, accompagnato da anelli di materiale del disco, spiegherebbe sia le variazioni luminose di bassa ampiezza, sia il loro periodo in diminuzione. Se fosse così, la supergigante F potrebbe essere una stella dalla luminosità costante. Le variazioni dovrebbero mutare il bordo interno e quelli esterni del disco e di conseguenza la curva di luce dell'eclisse. L'evento del 2009-11 offre diversi modi per verificare questa ipotesi e per questo gli astronomi hanno bisogno degli astrofili.

## **La prossima campagna**

In virtù di questa rara opportunità, durante la prossima eclisse i professionisti punteranno i grandi telescopi verso Epsilon Aurigae, allo scopo di ottenere spettri dettagliati con le migliori informazioni possibili circa le componenti del sistema, i loro moti, le temperature e la composizione.

Tuttavia, paradossalmente, i professionisti hanno meno capacità di lavorare su una stella brillante come la Epsilon rispetto al 1983, poiché la luce di questa stella è troppo intensa per le moderne apparecchiature, che sono progettate per oggetti molto più deboli, situati a distanze cosmologiche.

Una soluzione per questo problema, specialmente nel seguire la curva di luce, risiede negli astrofili esperti, che possono realizzare una fotometria di alta qualità anche con strumenti modesti o addirittura con obiettivi da macchina fotografica.

Inoltre, ora abbiamo a disposizione nuovi strumenti ideali per questo scopo, dalle fotocamere digitali agli interferometri giganti con aperture separate da centinaia di metri.

Diversi ricercatori hanno risolto il disco della supergigante F usando il Palomar Testbed Interferometer; il diametro angolare della stella misura 2,3 millesimi di secondo d'arco (più o meno 0,1). Non abbiamo trovato alcun indizio di pulsazione nelle dimensioni. Un precedente gruppo di studio interferometrico ha trovato praticamente lo stesso diametro nel 2001.

L'interferometria dovrebbe fornire un test diretto del modello di disco scuro durante la prossima eclisse, riuscendo a individuare la stretta silhouette del disco che scorre attraverso la stella F e la divide in due! Sempre se il modello sia corretto. La natura spesso ci sorprende quando si utilizzano nuove tecnologie: anche per questo l'eclisse risulterà interessante.

Oltre all'impressionante complesso di grandi moderni telescopi, c'è la tecnologia che può già essere in possesso degli astrofili, incluse le riprese digitali. Un'armata di osservatori con piccoli telescopi, fotometri, CCD o fotocamere digitali e in alcuni casi perfino con spettrografi

contribuiranno a raccogliere i dati scientifici necessari a definire accuratamente l'eclisse in dettaglio.

La Sezione USA dell'Anno Internazionale dell'Astronomia 2009 ha definito l'eclisse di Epsilon Aurigae come un progetto-chiave di questa iniziativa, e l'AAVSO sta dando istruzioni e coordinerà le osservazioni.

Si prevede che l'eclisse inizi in agosto e che raggiunga la totalità intorno a fine 2009. La totalità dovrebbe durare per tutto il 2010 e terminare nel marzo 2011, seguita da un rapido egresso e ritorno alla luminosità piena entro la primavera di quell'anno (tenendo conto che le date sono approssimate e che ogni anno Epsilon Aurigae si perde tra i bagliori del Sole da metà maggio fino ai primi di luglio).

Dobbiamo approfittare di tutte le possibilità. Se perdiamo qualche dettaglio in questa eclisse, per la prossima dovremo attendere il 2036!

*Robert E. Stencel*

(Robert E. Stencel è un professore di astronomia all'Università di Denver, direttore degli Osservatori di Chamberlin e Mt Evans e coautore con Jeffrey Hopkins di "Epsilon Aurigae: a mysterious star system" - Hopkins Observatory, 2008 -. Tratto da Sky & Telescope - New Track Media LLC. Traduzione di Walter Ferreri)

*Si ringrazia per l'autorizzazione alla pubblicazione del presente articolo: Nuovo Orione - Gruppo B Editore (dal n.207 Agosto 09 di Nuovo Orione).*