# Studio morfologico della galassia ellittica NGC2518

Beatrice Andreola, Veronica Ferronato, Giulia Pontarollo

Liceo Scientifico "Tito Lucrezio Caro", Cittadella

#### **SOMMARIO**

Nei giorni dal 7 al 10 febbraio 2007 abbiamo partecipato ad una attività di stage presso l'Osservatorio astronomico di Asiago, a conclusione del corso di approfondimento pomeridiano di sette lezioni organizzato dal Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova per i ragazzi delle scuole superiori. In particolare, abbiamo avuto l'opportunità di mettere in pratica le conoscenze teoriche acquisite durante il corso, partecipando in maniera concreta alle operazioni di catalogazione, descrizione, organizzazione ed interpretazione dei dati fisico-astronomici derivanti dall'osservazione del cielo.

## I. INTRODUZIONE

L'attività a noi proposta riguardava la descrizione del carattere morfologico di una galassia. Purtroppo il cielo nuvoloso che ha accompagnato quasi interamente il nostro soggiorno non ci ha permesso di lavorare sui dati acquisiti direttamente dal telescopio dell'Osservatorio. Abbiamo quindi dovuto analizzare dati e immagini presenti nell'archivio pubblico della "Sloan Digital Sky Survey" (SDSS). Ma l' ultima sera, inaspettatamente, il cielo si è aperto e così abbiamo avuto il privilegio di vedere Saturno in tutto il suo fascino.

Dalle immagini della galassia analizzata, abbiamo ricavato diverse informazioni:

- di ordine geometrico: forma, dimensioni;
- di ordine fisico: luminosità.

Il programma che abbiamo utilizzato per l' analisi delle immagini della nostra galassia ci ha consentito di calcolare alcuni dati fondamentali per la descrizione della galassia:

- la forma della galassia;
- l'angolo di posizione;
- la misura degli assi minori e maggiori;

- l'ellitticità: definita come il rapporto tra la differenza tra i semiassi maggiore e minore e il semiasse maggiore dell'ellisse che approssima la forma della galassia;
- le coordinate del centro della galassia;
- la luminosità di ogni singolo pixel dell'immagine, che è proporzionale al numero di fotoni raccolti dal pixel nel tempo di osservazione.

#### II. DATI OSSERVATIVI

La galassia studiata si chiama NGC2518 (Fig. 1) e le sue coordinate sono A.R. (2000.0) = 08h 07m 20.2s; Dec.  $(2000.0) = +51^{\circ} 07' 56''$ . Si tratta di una galassia ellittica di tipo E/S0, appartenente alla costellazione della Lince. Abbiamo ricavato dati e immagini dal sito della Sloan Digital Sky Survey (www.sdss.org/dr5).

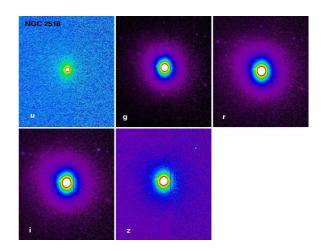


Figura 1: Immagini della galassia NGC2518 nelle varie bande.

#### III. DESCRIZIONE DEL LAVORO

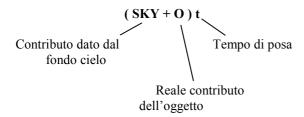
## FILTRI A BANDA LARGA

Per poter eseguire uno studio approfondito dei tipi stellari che popolano la galassia, abbiamo utilizzato le immagini acquisite utilizzando uno dei cinque diversi filtri a banda larga della SDSS, il filtro g. La funzione dei filtri a banda larga è quella di consentire osservazioni di emissioni luminose entro un determinato intervallo di lunghezza d' onda  $(\Delta\lambda)$ . In particolare: il filtro g rivela la luce "verde" in un intorno di  $(\lambda_g=4686 \text{\AA})$ .

## **MAGNITUDINI**

Le immagini a nostra disposizione, prima di poter essere considerate significative da un punto di vista fisico, hanno subito alcune modifiche.

Infatti l'immagine della galassia è formata da tre contributi, i quali interferiscono con le informazioni della sola galassia, secondo la formula:



Per prima cosa abbiamo eseguito una stima della luminosità media del cielo, per poi sottrarre questo valore (*sky*) alla luminosità di ogni singolo pixel che compone l'immagine. Abbiamo quindi ottenuto l'immagine:

$$I_{object} = I - I_{sky}$$

E' stato poi necessario dividere il valore ottenuto per il tempo di esposizione (nel nostro caso 53.907 sec) e per l'area del singolo pixel ( $S_{px}$ =0.16 arcsec²), in modo da ottenere un valore esprimibile in [cts sec¹ arcsec²], cioè numero di fotoni emessi per unità di tempo e unità di area.

L'intensità totale ( $I_{tot}$ ), corrispondente alla somma delle intensità dei pixel che compongono l'immagine, viene poi convertita in magnitudine strumentale ( $m_S$ ), secondo la formula:

$$m_s = -2.5 \log_{10} (I_{tot})$$

Mentre la magnitudine reale calibrata è data da:

$$m = m_0 + m_s - kx$$

dove  $m_0$  è una costante dipendente dal filtro utilizzato, k è il coefficiente di estinzione atmosferica e x è la massa d'aria.

## MODELLI DELLA GALASSIA

Un metodo efficace per studiare una galassia consiste nel costruire modelli ideali, sulla base dei dati osservati, che ne descrivano la struttura in maniera semplificata.

Abbiamo quindi riprodotto la galassia NGC2518 con un'ellisse di cui abbiamo ricavato le coordinate del centro mediante il programma IMEXAM:

$$X_0 = 332.88$$
  $Y_0 = 226.76$ 

In seguito, forniti i parametri iniziali (angolo di posizione, ellitticità e posizione del centro) al task ELLIPSE del programma IRAF, abbiamo costruito delle ellissi di centro fisso  $(X_0; Y_0)$  che approssimassero al meglio il reale andamento delle isofote relative alla galassia.

Le *isofote* sono le linee che congiungono punti di uguale luminosità di una galassia, e la cui intensità diminuisce progressivamente al crescere della distanza dal centro (Fig. 2). Quindi abbiamo nuovamente costruito le isofote, questa volta facendo variare il centro per avvicinarci maggiormente ai dati osservati. Infine, sottraendo all'immagine reale della galassia quella ottenuta dal modello matematico (Fig. 3) delle isofote nello stesso filtro, abbiamo ottenuto il *residuo* (Fig. 4), che ci dà una stima dell'allontanamento del modello dall'immagine reale.

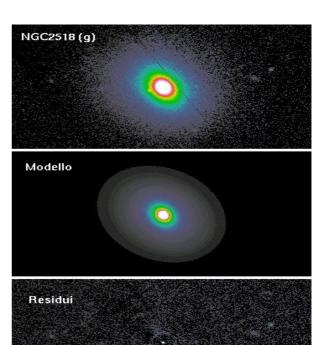


Figura 2: La galassia NGC2518 esaminata col filtro g. Figura 3: Il modello matematico delle isofote elaborato per il filtro g. Figura 4: Il residuo, ossia la differenza fra la galassia osservata e il suo modello.

Possiamo notare che, a parte un punto luminoso sulla sinistra della galassia, relativo a una stella di campo che si frappone fra noi e il corpo studiato, il residuo non presenta particolari rilevanti.

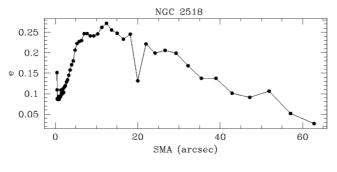
Possiamo concludere quindi che la galassia presenta una morfologia piuttosto regolare.

# **GRAFICI**

Abbiamo infine utilizzato i dati ottenuti con la precedente analisi, per ricavare dei grafici indicanti l'ellitticità (*e*) e l'angolo di posizione (*PA*) in funzione del semiasse maggiore (*SMA*) delle isofote virtuali (Figg. 5 e 6).

L'ellitticità è definita come il rapporto fra la differenza dei semiassi e il semiasse maggiore di un'ellisse. Possiamo osservare un'ellitticità più pronunciata per valori compresi fra 0 e 20 arcsec, cioè per le ellissi che descrivono le isofote più vicine al centro della galassia, mentre i valori scendono gradualmente, fino quasi ad arrivare a 0 (valore per cui l'ellisse diventa una circonferenza) man mano che andiamo verso l'esterno.

In astronomia l'*angolo di posizione* è definito come l'angolo che va dalla direzione Nord all'asse maggiore dell'oggetto considerato, calcolato da Nord verso Est. Si nota che il PA si aggira su valori costanti, molto prossimi allo 0, ovunque, tranne nelle zone più esterne del corpo, dove raggiunge valori pari a -150°.



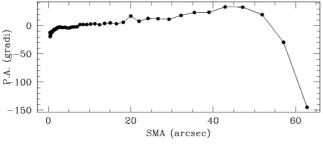


Figura 5: Ellitticità delle isofote in funzione del semiasse maggiore delle ellissi.

Figura 6: PA delle isofote in funzione del semiasse maggiore delle ellissi.

#### IV. RISULTATI

## <u>LA CLASSIFICAZIONE MORFOLOGICA DI</u> HUBBLE

La classificazione morfologica più usata è la cosiddetta classificazione di Hubble (1925). Egli distinse le galassie in quattro famiglie (Fig. 7):

- galassie ellittiche (E0-E7): hanno una forma apparente ellittica più o meno schiacciata.
- *galassie lenticolari*: presentano un bulge centrale e un disco senza evidenti bracci di spirale; si dividono in normali (S0) o barrate (SB0)
- *galassie spirali*: hanno un bulge centrale e un disco con evidenti bracci di spirale; si dividono anch'esse in normali (Sa, Sb, Sc) o barrate (SBa, SBb, SBc)
- galassie irregolari: hanno poca o nessuna simmetria.

Secondo la classificazione di Hubble, la nostra galassia ellittica è di tipo E/S0.

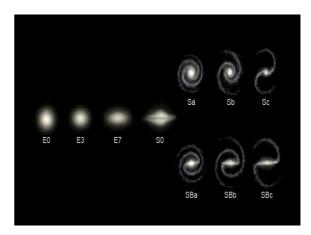


Figura 7: Lo schema della classificazione morfologica di Hubble.

#### COLORE u-r

Una semplice sottrazione pixel per pixel delle brillanze in u e in r dà un'immagine che viene definita "colore u-r" e attraverso la quale si possono fare delle interessanti considerazioni.

Con *u-r* si intende questa operazione:

$$u - r = -2.5 \log_{10} (I_u / I_r)$$

dove  $\log_{10}$  è il logaritmo in base 10, mentre  $I_u$  e  $I_r$  sono l'intensità della luce emessa dalla galassia e osservata attraverso i filtri u e r.

In Fig. 8 troviamo un confronto fra la galassia osservata con il filtro u, con il filtro r e infine il colore u-r.

Se la popolazione stellare dominante di una galassia sono le stelle vecchie e fredde, il colore sarà tendente al rosso. Viceversa, nelle galassie dove ci sono stelle giovani e calde il colore tenderà al celeste/blu.

La nostra galassia rispecchia il primo caso: si nota immediatamente come le stelle più vecchie, le stelle rosse, siano concentrate principalmente nel nucleo della galassia e ugualmente diffuse anche nel resto della galassia.

Questo è esattamente quello che ci aspettiamo da una galassia ellittica, composta da stelle vecchie. Nelle galassie di tipo ellittico, infatti, vi è una distribuzione di luce piuttosto regolare e non vi sono stelle giovani. La popolazione stellare è dunque dominata da stelle vecchie e di tipi spettrali avanzati.

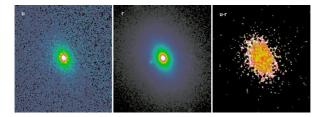


Figura 8: Colore della galassia.