

# De com moren les estrelles massives

MARIA BISQUERT  
1r BAT - IES Antoni Llidó



Supernova 1987A. Imatge: NASA.

La revista *Nature* va publicar el mes de febrer passat un article sobre la vida d'una estrella massiva just abans d'explotar com a supernova. Les observacions van ser realitzades per Eran Ofek i els seus col·legues, tan sols 40 dies abans de l'explosió, aportant així informació sobre les etapes finals d'aquestes estrelles.

Les estrelles amb una massa superior a deu vegades la del Sol, estrelles massives, moren com a supernoves o enormes explosions de raigs gamma. Fins la dècada de 1980 es pensava que a mesura que les reserves d'hidrogen d'aquestes estrelles anaven desapareixent, evolucionaven a estrelles roges supergegants, i finalment explotaven. Però, el 1987 l'observació de la supernova SN 1987A, situada al núvol de Magallanes, va portar a acceptar que l'estrella progenitora d'una supernova no era roja, sinó blava.

Les estrelles s'alimenten de les reaccions nuclears de fusió que ocorren al seu interior. Durant la major part de la vida de l'estrella, la fusió de l'hidrogen origina heli i una quantitat fabulosa d'energia. La massa de l'heli que es forma és menor que la massa de l'hidrogen que es fusiona: el defecte de massa s'allibera en forma d'energia, segons l'equació d'Einstein  $E=mc^2$  ( $E$  és l'energia alliberada,  $m$  és el defecte de massa i  $c$  la velocitat de la llum en el buit). Al Sol, per exemple, unes 657 milions de tones d'hidrogen es transformen en 653 milions de tones d'heli cada segon, els 4 milions de tones de diferència s'emeten en forma d'energia radiant.

Exceptuant-ne les massives més menudes, les estrelles fusionen aquest heli per formar carboni i oxigen. Les estrelles amb una massa d'unes sis o set vegades la solar, fusionen el carboni per formar oxigen, magnesi i neó. En el cas d'estrelles amb una

massa al voltant de huit o deu vegades la del Sol, la fusió s'atura en exhaurir-se el carboni, aleshores es converteixen en nanes blanques.

En les estrelles massives més grans les fusions continuen fins originar elements propers al ferro, de manera que no se'n pot extraure energia, ja que necessiten aportacions d'energia per tal de continuar amb les reaccions. De manera que en aplegar al ferro les reaccions es detenen. L'acumulació d'aquests elements en el centre fa col·lapsar el nucli a causa de l'atracció gravitatòria i, en la majoria dels casos, explota com a supernova, i es converteix en un forat negre o en una estrella de neutrons. En aquesta etapa final és quan es formen la resta d'elements químics més pesants que el Fe.

Algunes de les estrelles més grans acaben les seues vides en una explosió provocada per la creació de parells electró-positró (partícula-antipartícula), anomenades *supernoves d'inestabilitat de parells*. En aquest cas les estrelles es desintegren per complet sense deixar remanents.

En les etapes avançades de les reaccions de fusió de les estrelles massives, l'estrella perd la major part de la seua energia a través de neutrins que s'escapen del centre. Fins fa poc, no s'esperava que es feren visibles aquestes etapes en la seua superfície, per la qual cosa, era impossible saber en quin punt de l'última fase evolutiva es trobaven, o en quin moment es podien convertir en supernoves.

En l'article publicat en *Nature*, Ofek i companys, astrònoms del Institut Weizmann de Ciències, informen de l'observació d'una erupció d'una estrella massiva, tan sols un mes abans que explotés. Ells suggereixen que l'estrella progenitora era molt gran, al voltant de 50 masses solars; i que l'erupció estava relacionada amb la posterior explosió com a supernova.

Si açò es confirma, es tracta de l'únic cas en què s'ha obtingut informació sobre la vida darrera de les estrelles progenitores de les supernoves. Les estrelles amb masses inicials majors de 20-25 masses solars, es troben sotmeses a freqüents erupcions; no obstant això, coneixem poc sobre el seu origen.

L'equip d'Eran Ofek, després d'estudiar les erupcions, arriben a la conclusió que l'origen i naturalesa de les erupcions en les últimes etapes de fusió es descriuen millor mitjançant un model basat en les inestabilitats hidrodinàmiques. La relació entre aquestes explosions i els esdeveniments eruptius observats en estrelles massives similars, poden canviar la comprensió de les etapes finals de l'evolució de les estrelles massives més grans.

