



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA

Autorizada pelo Decreto Federal nº 77.496 de 27/04/76
Recredenciamento pelo Decreto nº 17.228 de 25/11/2016



PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

XXIV SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UEFS **SEMANA NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA - 2020**

PANORAMA HISTÓRICO DOS ESTUDOS EM ESTRELAS E GALÁXIAS **WOLF-RAYET**

Ricardo Macedo Borges Boaventura¹; Iranderly Fernandes de Fernandes²

1. Bolsista PIBIC/FAPESB, Graduando em Bacharelado em Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: ricardombboaventura@gmail.com
2. Orientador, Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: irafbear@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Estrelas Wolf-Rayet; Galáxias Wolf-Rayet; Formação estelar.

INTRODUÇÃO

A radiação recebida de uma determinada fonte pode ser caracterizada pela sua intensidade a uma determinada frequência. O espectro desta fonte é dado pela dependência que a intensidade apresenta com relação à frequência. Espectros provenientes de estrelas se apresentam de diversas maneiras. Para muitas delas, um espectro com linhas de absorção semelhante ao do nosso Sol é uma boa aproximação. No entanto existem aquelas cujos espectros são dominados por linhas de emissão (Léna et al. 2012). Essa diversidade de formas espectrais é um reflexo da gama de fenômenos físicos que desempenham algum papel na formação de espectros estelares (Gray & Corbally, 2009). Estrelas do tipo Wolf-Rayet, ou estrelas WR, são classificadas a partir de um critério espectroscópico. Segundo Conti (1981), estrelas WR são aquelas cujos espectros se caracterizam por linhas de emissão superpostas em um contínuo, sendo que as linhas mais fortes são precedidas por uma pequena componente de absorção, o que indica grande volume de ejeção de matéria. O termo “Galáxia Wolf-Rayet” foi cunhado em 1991 por Peter S. Conti para descrever galáxias que apresentavam em seu espectro integrado características semelhantes àquelas do espectro de estrelas WR (Conti, 1991). O estudo deste tipo de objeto se estende desde meados do século XIX até a atualidade e sua compreensão permanece como elemento chave na compreensão de mecanismos de formação estelar e outros fenômenos extragalácticos (Contini, 1996).

MATERIAL E MÉTODOS OU METODOLOGIA (ou equivalente)

Todo o levantamento bibliográfico foi realizado por meio de pesquisas em acervos digitalizados de periódicos da área utilizando dois filtros; palavras chave e intervalo de tempo (décadas). Esses filtros eram alterados conforme referências a textos anteriores ou contemporâneos surgiam em determinadas publicações de modo a acrescentar a melhor continuidade possível ao texto.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO (ou Análise e discussão dos resultados)

Como resultado do estudo realizado pelo método descrito acima, foi produzida a seguinte revisão bibliográfica, pontuada de maneira resumida a seguir.

- 1866: Descoberta de estrelas com espectros dominados por linhas de emissão por Charles Wolf e Georges Rayet (Wolf & Rayet, 1866).
- 1883: Publicado o primeiro catálogo estelar espectroscópico sistematizado no qual constam as estrelas descobertas por Wolf e Rayet. Começa a investigação da origem das linhas de emissão (Clerke, 1886).
- 1891: Constatação de que as faixas luminosas apresentavam características de uma superposição de linhas (Huggins & Huggins 1891), (Clerke, 1891).
- 1914: Associação dos espectros de estrelas WR com nebulosas e objetos maiores (Wright, 1914).
- 1920: Sugerida a classificação de estrelas WR em tipos espectrais baseados na sequência do carbono ou nitrogênio, tipos WC e WN respectivamente (Perrine, 1920).
- 1929: Começa a investigação da origem das linhas partindo da hipótese de serem produto de diversos graus de ionização de diversos elementos (Menzel, 1929). Reafirmada a semelhança no espectro de estrelas WR com aqueles provenientes de novas e nebulosas, trazendo a ejeção de matéria como possível causa do alargamento das linhas (Beals, 1929).
- 1938: Classificação espectral em tipos WC e WN é oficialmente adotada pela União Astronômica Internacional (Swings, 1942).
- 1964: Intensificam-se os estudos sobre as origens dos ventos estelares (hipótese da instabilidade rotacional) (Limber, 1964).
- 1969: A hipótese da instabilidade rotacional é confrontada pela da ejeção de matéria. As velocidades calculadas dos ventos estelares não se ajustavam à teoria de Limber (Underhill, 1969).
- 1971: Observadas estrelas WR com forte presença de linhas da sequência do oxigênio em seu espectro (Sanduleak, 1971).
- 1976: Primeiro registro de características WR no espectro integrado de uma galáxia. Começa o estudo da influência das propriedades físicas do gás na formação de determinados tipos espectrais de estrela WR (Allen, Wright e Goss, 1976).
- 1980: Descoberta a influência da metalicidade do gás na taxa de perda de massa das estrelas e logo, em sua evolução. Concluiu-se que as variações na razão entre supergigantes vermelhas e estrelas WR estavam associadas à abundância de elementos pesados, que influenciava na taxa de perda de massa e, por conseguinte na duração das fases do ciclo de vida estelar (Maeder, Lequeux e Azzopardi, 1980).
- 1982: É sugerida a adoção de um novo tipo espectral para as estrelas observadas por Sanduleak em 1971, o WO. Caracterizado pela largura relativa das linhas de oxigênio no espectro (Barlow & Hummer, 1982). Começam a ser delineados os critérios para classificação de um objeto como galáxia WR, mais precisamente o alargamento da linha de He_{II}. Este critério permitiu a associação de estrelas WR a surtos de formação estelar

no interior da galáxia, no qual a maioria das estrelas O haviam atingido a fase WR em um curto período (Kunth & Sargent, 1982). A análise dos espectros com base na largura relativa e número das linhas permite a estimativa dos subtipos espectrais de estrelas WR presentes nas galáxias (Osterbrock & Cohen, 1982).

- 1991: É cunhado o termo galáxia Wolf-Rayet e fica consolidado o critério de identificação como sendo o alargamento da linha de He_{II}, além das técnicas tradicionais de estimativa dos tipos e números de estrelas WR com base na razão das linhas observadas (Conti, 1991).

CONSIDERAÇÕES FINAIS (ou Conclusão)

O estudo das propriedades de estrelas WR bem como aquelas das regiões nas quais são observadas têm propiciado valioso enriquecimento sobre o arcabouço teórico referente a fenômenos extra galácticos como surtos de formação estelar e mecanismos de ejeção de matéria por parte de estrelas desde meados do século XIX quando a observação de tais objetos foi documentada pela primeira vez.

Os advenços proporcionados nestes estudos pelo avanço na tecnologia de telescópios espaciais nos anos 2000 faz com que o estudo desses objetos continue a contribuir de maneira significativa para a compreensão de processos evolutivos em galáxias e na relação entre núcleos galácticos ativos e surtos de formação estelar.

REFERÊNCIAS

- LÉNA, P., ROUAN, D.; LEBRUN, F., MIGNARD, F.; PELAT, D. *Observational Astrophysics*. 3a Edição. França: Springer 2012.
- GRAY, R., O.; CORBALLY, C., J. *Stellar Spectral Classification*. Estados Unidos: Princeton University Press 2009.
- CONTI, P., S.; Wolf-Rayet Phenomena. *In: SIMPÓSIO DA UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL*, 99. 1981, Cozumel. México. p 3 - 22
- CONTI, P., S. Wolf-Rayet galaxies: An introduction and a catalog. *The Astrophysical Journal*, v. 377, p. 115-125, 1991.
- CONTINI, T. Wolf-Rayet stars in very young starburst galaxies. Wolf-Rayet stars in the framework of stellar evolution. Liège: Université de Liège, Institut d'Astrophysique. p. 619-626, 1996.
- WOLF, C.; RAYET, G. Note sur deux étoiles. *Comptes Rendus Hebdomadaires Des Séances de L'Académie des Sciences*. v. 60, p 1108-1110, 1866.
- CLERKE, A. M. Stars with banded spectra. *Nature*, p. 583-585, 1886.
- HUGGINS, W.; HUGGINS, M., L. On Wolf and Rayet's bright-line stars in Cygnus. *Proceedings of the Royal Society of London*, p. 33-46, 1891.
- CLERKE, A. M. Bright-line stars of the Wolf-Rayet type. *The Observatory*, v. 14, p. 45-49, 1891.
- WRIGHT, W. H. The relation between the Wolf-Rayet stars and the planetary nebulae. *The Astrophysical Journal*, v. 40, p. 466-472, 1914.
- PERRINE, C. D. Behaviour of radiations at $\lambda\lambda 4643-41$ and at $\lambda 4650$ in the Wolf-Rayet stars. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, v. 81, p. 142-143, 1920.

- MENZEL, D., H. The Wolf-Rayet Stars. Publications of the Astronomical Society of the Pacific, v. 41, n. 244, p. 344-350, 1929.
- BEALS, C. S. On the nature of Wolf-Rayet emission. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, v. 90, p. 202-212, 1929.
- SWINGS, P. The spectra of Wolf-Rayet Stars and related objects. The Astrophysical Journal, v. 95, p. 112-133, 1942.
- LIMBER, D., N. The Wolf-Rayet Phenomenon. The Astrophysical Journal, v. 139, p. 1251-1266, 1964.
- UNDERHILL, A., B. The Wolf-Rayet stars and mass loss. Astrophysics and Space Science, v. 3, p. 109-116, 1969.
- SANDULEAK, N. On stars having strong OVI emissions. The Astrophysical Journal, v. 164, p. 71-72, 1971.
- ALLEN, D., A.; WRIGHT, A., E.; GOSS, W., M. The dwarf emission galaxy He2-10. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society. v. 177, p. 91-97, 1976.
- MAEDER, A.; LEQUEUX, J.; AZZOPARDI, M. The numbers of red supergiants and WR stars in galaxies: An extremely sensitive indicator of chemical composition. Astronomy and Astrophysics, v. 90, p. 17-20, 1980.
- BARLOW, M. J.; HUMMER, D. G. The WO Wolf-Rayet stars. *In: SIMPÓSIO DA UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL*, 99. 1982, Cozumel. México. p. 387-392.
- KUNTH, D.; SARGENT, W., L., W. Observation of Wolf-Rayet stars in the emission line galaxy Tololo 3. Astronomy and Astrophysics, v. 101, p. 5-8, 1982.
- OSTERBROCK, D., E.; COHEN, R., E. Two galaxies with Wolf-Rayet features in their spectra. The Astrophysical Journal, v. 261, p. 64-69, 1982.
- CONTI, P., S. Wolf-Rayet galaxies: An introduction and a catalog. The Astrophysical Journal, v. 377, p. 115-125, 1991.