



RESENHA

Horvath, J. E. (2019). As estrelas na sala de aula: uma abordagem para o ensino da Astronomia estelar. São Paulo: Livraria da Física.

Rodolfo Valentim ¹

A demanda por livros didáticos para Ensino de Astronomia tem crescido nos últimos anos, em grande parte pela necessidade da inclusão de conteúdos de Astronomia no Ensino Fundamental e Médio. O desafio de escrever livros que abordem tópicos de Astronomia acessíveis aos alunos desses níveis é imenso, e requer um profundo conhecimento do tema, dos conteúdos ministrados em sala de aula e da capacidade de conexão entre aspectos técnicos, conceituais e didáticos.

O livro “As estrelas na sala de aula” de autoria do professor Jorge E. Horvath se propõe a tal tarefa hercúlea. A obra apresenta uma introdução com uma pergunta: “por que ensinar a Astronomia das estrelas?”. Neste prefácio, o autor sugere que o século XXI é o século da Astrofísica, por conta das importantes descobertas feitas até o momento. Horvath questiona se o conhecimento de Física Moderna (basicamente Mecânica Quântica e Relatividade) não deveria ser ensinado no âmbito do Ensino Médio para atualizar os estudantes acerca do estágio atual da Física. Um argumento defendido pelo autor e favorável ao ensino de Astrofísica Estelar é que, além de atrair imensa curiosidade dos estudantes, há imensa interface com as disciplinas de Física, Química, História, Geografia e Matemática do Ensino Médio.

No capítulo 1, há uma contextualização histórica de Astronomia em diversas épocas e civilizações. O livro explora o interesse humano pelo céu e seus entes segundo os diferentes povos no decorrer das eras. O interesse da humanidade pelo céu surgiu com a necessidade de compreensão das estações do ano e dos ciclos lunares, criando condições para a constituição de calendários. Posteriormente, o desenvolvimento da Astronomia como uma área do conhecimento emergiu também de trabalhos de astrônomos gregos, de Giordano Bruno, de Galileu, de Newton e de outros. Este capítulo permite uma boa conexão entre a História e personagens históricos nos diferentes contextos em que as pesquisas foram realizadas.

No capítulo 2, a luz é descrita como mensageira de informação que conecta as estrelas ao observador. São introduzidos conceitos de Astronomia e Física Moderna como magnitude, fluxo, emissão de luz, relação entre energia/frequência e a radiação de corpo negro. O autor busca “suavizar” a inserção dos conceitos de tal forma que a leitura seja agradável. O conteúdo pode ser relacionado com a parte do modelo atômico atual que é estudado em Química e o conteúdo de Óptica que é estudada em Física.

¹ Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Diadema, Brasil. E-mail: valentim.rodolfo@unifesp.br.

Já no capítulo 3, conceitos de Estrutura Estelar são apresentados a partir dos conteúdos discutidos no capítulo 2. A seguir o conceito de luminosidade (L) é introduzido relacionando temperatura efetiva e área, e isso é feito a partir do fluxo e da Lei de Stefan-Boltzmann. No tópico seguinte, a ideia do diagrama de Hertzsprung-Russel é desenvolvida com maestria. Na parte final, as equações de equilíbrio hidrostático são mostradas concomitantemente com a ideia que as estrelas são um fluido auto-gravitante. A seguir, são definidos os conceitos de energia gravitacional e idade gravitacional das estrelas. Nesse tópico, o autor expõe a contradição entre idade estimada do Sol e os fósseis terrestres (o segundo é mais velho que o primeiro). Esse problema só seria resolvido algumas décadas depois, com a descoberta de reações nucleares. O assunto é explorado na seção seguinte, com a inserção do conceito de fusão nuclear. A conexão com a Física é natural neste capítulo, pois envolve conceitos como Gravitação Universal de Newton, Termologia, Óptica, entre outros.

No capítulo 4, são explorados aspectos da Evolução Estelar para estrelas e sua relação entre massa, raio, temperatura, luminosidade e classe espectral (apresentado no capítulo 2). O autor introduz conceitos como férmions e bósons e a estatística que rege cada um. Isso é feito de maneira didática pelo autor, mesmo sabendo que não é uma tarefa muito simples. Esse conceito é fundamental para entender a física da estrutura interna das anãs brancas e das estrelas de nêutrons. No capítulo 5, que trata dos eventos de supernovas, o professor Horvath começa tratando das supernovas históricas e expõe conceitos relacionados a esses eventos como classificação e a importância no contexto cosmológico. Horvath explora muito bem os aspectos históricos, mas não discute os conceitos de maneira muito didática, pois tais mecanismos apresentam imensa complexidade física, o que exige a introdução de conceitos físicos mais avançados para explicar eventos de supernovas tipo I e II. Este é um dos capítulos mais difíceis do livro.

No capítulo 6, o autor explora os chamados estágios finais de evolução estelar ou “cadáveres da galáxia” que são os objetos compactos remanescentes de explosões de supernovas tipo I e II. Nesta parte do livro, Horvath introduz um conceito muito importante que é a Função de Massa Inicial (IMF em inglês), proposta empiricamente por Salpeter. O autor também discute a respeito das anãs brancas e sua estrutura interna a partir de conceitos como gás de elétrons degenerados, da equação de estado politrópica e da distribuição de massas. Na seção posterior, as estrelas de nêutrons e os pulsares são explorados com a introdução da TOV - (Tolman-Oppenheimer-Volkoff) e suas implicações nas equações de estado. Outro aspecto importante discutido amplamente é a distribuição de massas das estrelas de nêutrons. A seguir, os pulsares são introduzidos pelo autor no contexto histórico da sua descoberta em 1967 por Jocelyn Bell em Cambridge. A seguir o autor apresenta as equações e grandezas que caracterizam os pulsares. Na última seção do capítulo, os buracos negros são apresentados aos leitores mediante a ideia de uma “estrela negra” com velocidade de escape igual à c^2 . Depois disso aspectos teóricos atuais são mostrados de maneira bem clara e didática, mas o nível de discussão ainda é um pouco elevado para estudantes do Ensino Médio, que poderão apresentar dificuldades para a sua completa compreensão.

No capítulo 7, o nascimento de estrelas em nuvens moleculares é discutido pelo autor, que retorna no ponto inicial de evolução estelar e o discute de forma bem

² Velocidade da luz é aproximadamente igual à 300.000 km/s.

geral, mas inserindo os conceitos físicos que envolvem essa área da Astrofísica Estelar e a conexão com a Sequência Principal do Diagrama H-R. O capítulo é muito bem escrito e de fácil compreensão, que pode ser considerado um dos melhores do livro. No capítulo 8 são explorados os sistemas estelares, associações, aglomerados abertos e globulares. Neste capítulo o autor complementa o que foi estudando no capítulo 7 e discute essas formações e que grande parte das estrelas pertence a sistemas múltiplos. No capítulo 9 são apresentadas as estrelas variáveis, sua classificação (pulsantes e eruptivas) seus mecanismos físicos e implicações para a estimativa de distâncias. Um excelente e claro capítulo com grande ênfase em aspectos observacionais da Astronomia.

No capítulo 10, a Tabela Periódica é relacionada com as estrelas, sendo explorada a origem dos elementos químicos a partir da síntese estelar. Esta parte do livro é essencial para a Química do Ensino Médio, pois a discussão sobre a origem dos elementos químicos passa quase sempre despercebida nos conteúdos dos diferentes níveis de escolaridade. Este capítulo é necessário e fundamental, pois além de permitir a ponte com a Química, pode também ser conectado com a Biologia e Geografia.

O livro é finalizado no capítulo 11, com uma bela discussão sobre o papel que a Astronomia pode desempenhar na Educação, com a introdução de conceitos a partir dos conteúdos de Física, Matemática, Geografia, História e Biologia do Ensino Médio. O autor também sugere questões que podem exploradas pelos alunos. Além disso, é proposta a construção de um espectrógrafo usando um tipo de papelão e um CD para observar o espectro da luz. Um ponto fundamental a ressaltar, é que o autor deveria explicar melhor como fazer as observações de tal maneira a evitar riscos relacionados à visão. Na seção seguinte é sugerida a construção de um diagrama H-R com uma tabela dada, sendo que ambas são atividades interessantes e que podem ajudar os estudantes a compreender parte dos conceitos abordados. Por último, o professor Horvath discute a importância da inserção de conteúdos de Astrofísica Estelar nas disciplinas do Ensino Médio. É sugerido que cada professor encontre o próprio caminho através de uma sequência didática própria. O professor Horvath reconhece que a introdução desses conceitos não é uma tarefa simples e fácil, mas fica o desafio para os professores do Ensino Médio construir essa jornada estelar com seus estudantes.

O livro é uma obra de excelente qualidade que introduz conceitos da área de Astronomia que têm sido desenvolvidos no decorrer de séculos. O autor apresenta excelente didática na exposição dos conceitos e insere equações de forma muito precisa. Em alguns tópicos, apresenta dificuldades na clareza e na exposição didática, como citado no capítulo 6. Do ponto de vista prático, é um livro que pode ter alguns de seus capítulos facilmente utilizados por professores de Física, Química e Matemática. Por outro lado, para docentes de áreas não correlatas sua utilização é muito mais difícil, pois exige o domínio de certos conceitos que não foram estudados. Obra recomendada, mas talvez, com um nível conceitual muito elevado para algumas escolas de Ensino Médio.