

A CONTAGEM DE ESTRELAS COMO TEMA TRANSVERSAL EM ASTRONOMIA

Lev Vertchenko¹, Tomás de Aquino Silveira²

¹PUC-Minas/Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática, GAIA (Grupo de Astronomia e Astrofísica);
vertlev@uol.com.br

² PUC-Minas/Instituto de Ciências Exatas e Informática, GAIA (Grupo de Astronomia e Astrofísica);
aqsil@uol.com.br

Resumo

Propõe-se uma atividade voltada para a formação de professores de Física capazes de ensinar Astronomia, calcada no fato de a Astrofísica permitir a integração de conteúdos de Física dentro do contexto da Astronomia. Mostraremos que a contagem de estrelas em uma determinada região do céu permite relacionar discussões sobre a captação de luz de um instrumento óptico, sua ligação com a magnitude limite e a distribuição de estrelas descrita pela “função luminosidade”. Como fundamentação pedagógica, recorreremos a Ausubel, que critica a apresentação arbitrária de fatos não relacionados entre si e propõe a utilização de “organizadores prévios”, materiais que facilitem a ancoragem dos novos conceitos apresentados na estrutura cognitiva do aprendiz. Aqui, eles se constituem em uma discussão dos conceitos de captação de luz, de magnitude e de distribuição espacial de estrelas, de maneira multicontextual: abordagem teórica, atividades observacionais e manuseio de recursos computacionais do tipo carta celeste, configurando vários aspectos de uma investigação científica. Na discussão conceitual, parte-se da captação de luz pelo instrumento ótico, que está relacionada à abertura da objetiva e à resposta do sensor que recebe a luz. A contagem de estrelas está relacionada com a projeção no céu da distribuição espacial dos objetos, que se relaciona à luminosidade dos mesmos pela “função luminosidade”. Procedimentos de contagem de estrelas já foram empregados para verificar a homogeneidade do universo conhecido. Mais recentemente, procedimentos semelhantes com galáxias foram empregados para testar a homogeneidade do universo em grande escala. Assim, conteúdos de cosmologia podem também ser abordados. As atividades propostas envolvem contagem de estrelas em software de carta celeste e em observações a olho nu, análise de fotografia de céu noturno, obtenção de relação teórica entre a magnitude limite e a abertura do instrumento óptico, aplicação dessa relação a diferentes instrumentos ópticos, obtenção de relação entre a magnitude limite e a função luminosidade, e aplicação dessa relação a contagem de estrelas em situações de diferentes magnitudes limite.

Palavras-chave: Astronomia; Ensino; Magnitude.

Introdução

A formação de professores de Física capazes de ensinar Astronomia é uma preocupação permanente dos autores. A Astrofísica permite a integração de conteúdos de Física dentro do contexto da Astronomia. Além disso, o campo da Astrofísica proporciona uma vasta coleção de materiais que podem ser considerados como “organizadores prévios” (Ausubel, [1]) para uma aprendizagem significativa de conceitos da Física. Estes organizadores prévios facilitam a “ancoragem” desses novos conceitos na estrutura cognitiva do aluno. Mostraremos que uma atividade

aparentemente simples, a contagem de estrelas em uma determinada região do céu, permite relacionar discussões sobre a captação de luz de um instrumento óptico, sua relação com a magnitude limite e a distribuição de estrelas descrita pela “função luminosidade”. É oferecida a oportunidade de trabalhar esses conteúdos em uma sequência de atividades, que envolvem a observação a olho nu e com instrumentos ópticos e o uso de *softwares* do tipo carta celeste, alternadas com exercícios teóricos que visam a previsão, por um lado, e a compreensão, por outro, dos resultados obtidos.

Nas seções seguintes, discutiremos sobre a fundamentação teórico-pedagógica, abordaremos de forma genérica os conceitos relevantes que serão integradas na sequência de atividades descritas mais adiante.

Fundamentação teórico-pedagógica

A fundamentação pedagógica deste trabalho está feita com detalhe em [2]. Em síntese, recorreremos ao trabalho de Ausubel, que critica a apresentação arbitrária de fatos não relacionados, “sem quaisquer princípios de organização ou de explicação”, que entendemos ocorrer com os conteúdos de Astronomia necessários para a utilização de cartas celestes. Esse autor, no âmbito do que ele denominou “aprendizagem significativa”, propõe a utilização de “organizadores prévios”, materiais que facilitem a ancoragem dos novos conceitos apresentados na estrutura cognitiva do aprendiz. O papel desses organizadores prévios no nosso trabalho é desempenhado por uma discussão que lida com os conceitos de captação de luz, de magnitude e de distribuição espacial de estrelas, de maneira multicontextual. Os diversos contextos são entendidos como abordagem teórica, atividades observacionais e manuseio de recursos computacionais do tipo carta celeste, configurando vários aspectos de uma investigação científica.

Conceitos relevantes

Na Astrofísica, uma discussão importante refere-se à Física dos instrumentos astronômicos. Ao se lidar com contagem de estrelas, deparamos naturalmente com a ideia de que a contagem se interromperá nas estrelas de brilho mais fraco. Isso remete à ideia de captação da luz pelo instrumento ótico, que está relacionada à abertura da objetiva e à resposta do sensor que recebe a luz. A relação entre a luz captada, que é direcionada ao sensor, e a sua resposta, por sua vez remete à Lei de Weber-Fechner da Psicofísica, que procura descrever quantitativamente a relação entre as perturbações causadas pelos sinais físicos no aparelho sensorial (estímulos) e as sensações por eles provocadas no observador.

A contagem de estrelas está relacionada com a projeção no céu da distribuição espacial dos objetos, que se relaciona à luminosidade dos mesmos pela chamada “função luminosidade”. Procedimentos de contagem de estrelas foram empregados no início do século XX por Kapteyn para verificar a homogeneidade do universo conhecido à época. Mais recentemente, procedimentos semelhantes, mas com contagem de galáxias, foram empregados para testar a homogeneidade do universo em grande escala. Como vemos, conteúdos de cosmologia podem, desta forma, também ser abordados.

Sequência de atividades

Concretizando a proposta aqui desenvolvida, sintetizamos a seguir as atividades propostas, que vão explorar o que foi anteriormente exposto em contextos diversos.

Atividade 1

Propõe-se o manuseio de um *software* do tipo carta celeste, que possui filtro de magnitude, como é o caso do *Cartes du Ciel* ou do *Stellarium*, ambos gratuitos e disponíveis na *Web*, e do *Redshift*. Deve-se variar a magnitude limite dos objetos apresentados na tela e efetuar-se contagens dos mesmos em determinada região. Com isso, conseguimos uma familiarização do aprendiz com o conceito de magnitude e de magnitude limite, além da prática do uso desses *softwares*, extremamente úteis no ensino de Astronomia.

Atividade 2

É proposta uma observação a olho nu de uma determinada região do céu, a identificação dessa região na carta celeste e o ajuste de magnitude para igualar as aparências da carta virtual e do céu real, com a conseqüente determinação da magnitude limite do céu, para aquele observador, nas condições da observação.

Atividade 3

Esta atividade é semelhante à Atividade 2, mas agora faz-se uso de uma fotografia de uma região celeste ao invés da observação a olho nu. Repetem-se os procedimentos da atividade anterior, chamando-se a atenção para o fato de que será obtida a magnitude limite para as condições em que a fotografia foi obtida.

Na *Internet* podemos encontrar grande quantidade de fotografias do céu noturno que permitem a realização dessa atividade. Exemplo disso é o *site* da revista *Sky&Telescope*, em cuja seção *Gallery*, subseção *Editor's Choice – Skyscapes & Constellations* são disponibilizadas ótimas imagens desse tipo. Menciona-se especificamente esse *site* porque cada imagem é acompanhada de dados sobre sua captação e processamento, e de uma breve descrição da região do céu apresentada. Conforme o caso, deve-se selecionar uma parte da imagem para ser analisada. É possível e didaticamente interessante comparar duas imagens da mesma região do céu obtidas em condições diferentes, como é o caso de aberturas diferentes e tempos de exposição distintos.

Atividade 4

Propõe-se um exercício teórico que permite relacionar as magnitudes limite de instrumentos ópticos de aberturas diferentes e, portanto, de captações de luz diferentes, mas com o mesmo sensor de luz. A solução do exercício é a relação

$$m_2 = m_1 + 5 \log_{10} \alpha ,$$

onde m_1 é a magnitude limite do instrumento de abertura D e m_2 é a magnitude limite do instrumento de abertura αD .

Atividade 5

Propõe-se que a relação obtida na Atividade 4 seja aplicada aos instrumentos disponíveis para a observação, a saber, o olho humano e um binóculo, ou luneta. Como exemplo, obtém-se que, se para um observador cuja pupila tem diâmetro de 7 mm a magnitude limite em determinada noite é 4, para um binóculo 7 x 50 a magnitude limite do mesmo céu é 8,3.

Atividade 6

Propõe-se um exercício teórico que permite relacionar a distribuição espacial de objetos à dependência da contagem de objetos com a magnitude limite. Essa atividade introduz a ideia de função luminosidade para a distribuição das estrelas na Galáxia. Esse estudo é semelhante ao realizado no início do Século XX para se verificar a homogeneidade do modelo de Universo da época, o chamado “Universo de Kapteyn” [3]. A solução do exercício está detalhada em [2], onde considera-se uma distribuição homogênea em um espaço euclidiano de objetos puntiformes de mesma luminosidade. o número de objetos que pode ser observado até uma determinada magnitude limite m_0 é dado pela expressão

$$N(m < m_0) = N_0 10^{0.6m_0},$$

onde N_0 é uma constante de normalização.

Atividade 7

Propõe-se retorno ao software de carta celeste para a contagem de estrelas de uma determinada região em função da magnitude limite, que deve resultar num gráfico do número de estrelas observadas em função da magnitude limite. Esse resultado deve ser confrontado com o obtido na Atividade 6, e as eventuais diferenças deverão ser analisadas.

Apresentamos como exemplo uma análise da parte central da Via Láctea, conforme as figuras a seguir.

Na primeira figura, mostramos quatro representações da mesma região com diferentes magnitudes limite.

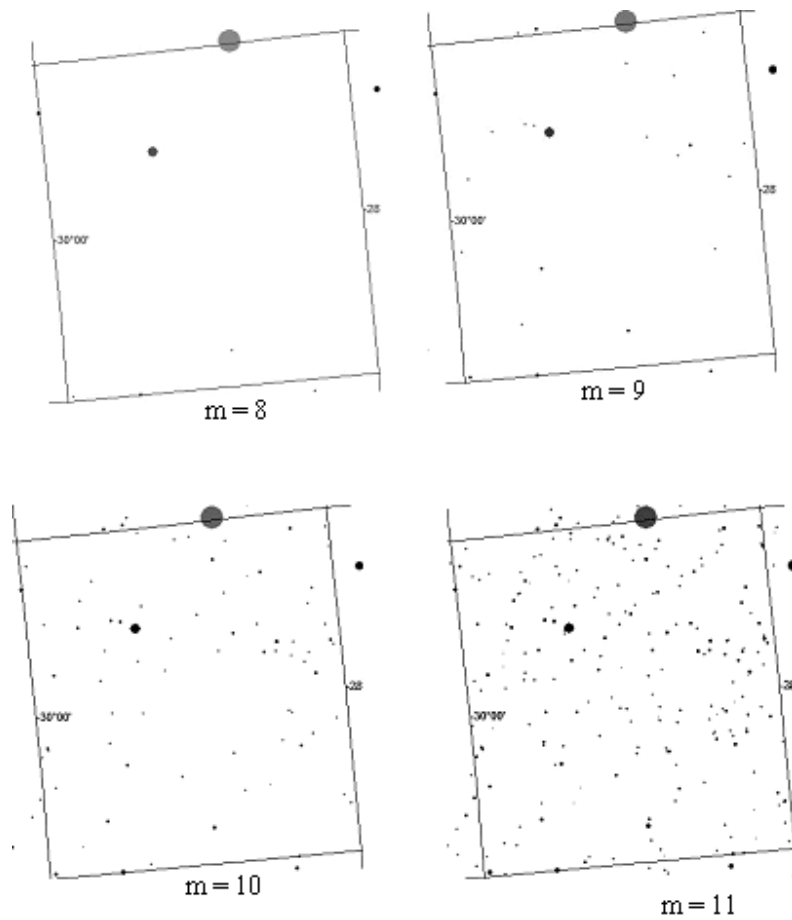


FIGURA 1 – Representações de uma mesma região do céu com magnitudes limite indicadas

A Figura 2 apresenta os resultados das contagens de objetos em função da magnitude limite, donde se vê que, para tal região, a inclinação do gráfico está próxima do valor 0,6, obtido na relação anterior para uma distribuição homogênea de objetos.

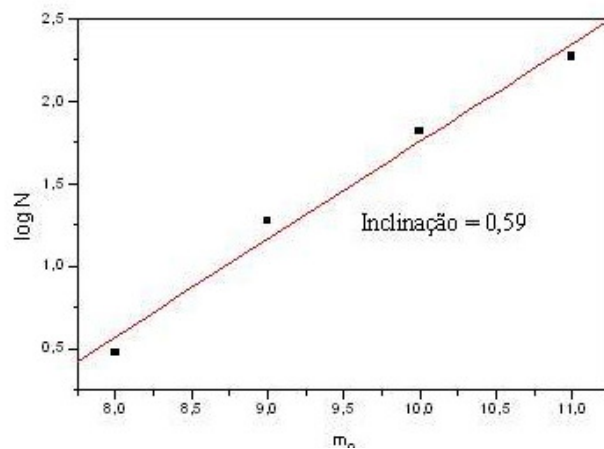


FIGURA 2 – Gráfico do logaritmo do número de objetos encontrados em cada representação da Fig. 1 em função da magnitude limite correspondente

Atividade 8

Propõe-se a comparação de atividades observacionais de contagens em diferentes condições (diferentes magnitudes limites proporcionadas pelo uso de diferentes instrumentos) com a previsão teórica obtida na Atividade 6, e análise de eventuais diferenças.

Todas essas Atividades são apresentadas com maiores detalhes na referência [2], com dados concretos, no caso de observações ou de emprego de *softwares*, ou solucionadas, no caso dos exercícios teóricos.

Conclusão

Esta sequência de atividades tem sido sistematicamente aplicada dentro da disciplina Astrofísica, do curso de Licenciatura em Física da PUC-Minas, e na disciplina Astronomia e Astrofísica, do Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática da PUC-Minas. Os resultados compõem provas e listas de exercícios que são usados na avaliação da disciplina. Constatamos, com base nesses dados, que essa sequência de atividades propostas proporciona:

- o aprofundamento da compreensão do conceito de magnitude limite;
- a familiarização com noções de observação do céu;
- o treinamento do aluno no uso inteligente de softwares do tipo cartas celestes;
- a formação do espírito de pesquisa científica, na medida em que, diante de resultados inesperados, buscam-se hipóteses que os justifiquem, as quais podem ser submetidas a novos testes;
- uma abertura para uma discussão acerca da distribuição de objetos astronômicos, seja na Galáxia ou, em maior escala, no Universo.

O aluno pode perceber a Astrofísica como integradora de conteúdos. A execução de atividades na forma proposta faz com que o aluno se sinta envolvido em uma atividade de pesquisa astronômica.

Referências

1. AUSUBEL, David P. *Aquisição e retenção de conhecimento: uma perspectiva cognitiva*. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003. 243p.
2. VERTCHENKO, Lev, SILVEIRA, T. A. Exercícios envolvendo a magnitude limite no ensino de Astronomia. *Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências*. Belo Horizonte, v. 12, n. 02, p. 239-256, mai-ago, 2010.
3. PEEBLES, P.J.E. *The Large-Scale Structure of the Universe*. Princeton University Press, 1980.