

UTILIZANDO CICLO DE NÊMESIS COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

USING NÊMESIS CYCLE AS A POSSIBILITY FOR THE ASTRONOMY TEACHING IN HIGH SCHOOL

Regiane de Souza Pinto¹

¹ Escola Estadual Professora Amenaíde Braga de Queiroz, regianesp@usp.br

Resumo

O currículo oficial do Estado de São Paulo prevê o ensino de astronomia dentro da disciplina de física no último bimestre do primeiro ano do ensino médio. Contudo, o que se verifica é que tal conteúdo é por vezes desprezado ou ignorado pelos professores, a falta de conhecimento e por vezes de tempo acabam se tornando fatores limitantes. Visando oferecer mais um subsídio para a prática pedagógica, neste trabalho se apresenta uma proposta para o ensino de astronomia e para discussão da natureza da ciência e do método científico a partir de uma teoria não comprovada: O ciclo de Nêmesis.

Palavras-chave: Ensino de ciências; ensino de astronomia; ciclo de Nêmesis.

Abstract

The official curriculum of the State of São Paulo provides the astronomy education within the discipline of physics in the last two months of the first year of high school. However, what is happening is that such content is often overlooked or ignored by teachers, lack of knowledge and often time end up becoming limiting factors. In order to provide further support for the pedagogical practice, this work presents a proposal for the teaching of astronomy and the discuss the nature of science and the scientific method starting from an unproven theory: The cycle of Nêmesis.

Keywords: Science education ,Astronomy education; Cycle of Nêmesis.

APRESENTAÇÃO

Sabemos que o ensino de física deve visar à formação de um cidadão crítico e consciente de sua realidade. Apesar disso um currículo excessivamente enciclopédico que valoriza a memorização em detrimento da compreensão da sociedade, abrindo brechas para interpretações errôneas a respeito da ciência. A educação atual deixa de considerar a vasta gama de informações que os alunos recebem todos os dias através dos meios de comunicação, informações essas que ao deixarem de ser interpretadas de uma maneira crítica e contextualizada adquirem caráter de “verdade” embora nem sempre existam argumentos consistentes para sua prova. Um exemplo disso é o que temos observado com relação as mais loucas teorias ditas científicas sobre o fim do mundo, teorias que conquistam cada vez mais a crença das pessoas, e encontram terreno fértil para disseminação em uma sociedade que não possui uma postura crítica diante dos fatos, postura essa conquistada através de uma educação científica de qualidade.

Dessa forma tão importante quanto conhecer os princípios fundamentais da Física é saber como chegamos a eles, e porque acreditamos neles. Não basta ter conhecimento científico sobre a natureza; também é necessário entender como a ciência funciona, pois só assim as características e limites deste saber podem ser avaliados.

O ciclo de Nêmesis, pode ser considerada por alguns como uma teoria absurda ou sem base científica, porém ao contrario de muitas teorias que nada apresentam de argumentos coerentes, no caso de Nêmesis, a proposta apresentada pelos seus autores é bastante coerente pelo menos em termos do que efetivamente já conhecemos do universo. Apesar disso, apresenta argumentos que não estão embasados pela observação direta, dessa forma, verifica-se de forma clara como a ciência, mesmo fazendo uso da observação como forma de estabelecer uma correspondência com a teoria, não está livre do erro, ao contrário do que considera uma visão estereotipada. Mesmo que a teoria seja especulativa, ela é séria e respeitável porque sua idéia principal é testável, conforme o que entendemos por método científico.

Apesar de ser vista com cautela pela ciência, a discussão sobre o ciclo de Nêmesis abre espaço para discussão de inúmeros assuntos relacionados à astronomia e a construção da ciência como um todo, além disso, se mostra uma estratégia de ensino no mínimo mais interessante do que uma abordagem maçante que simplesmente ignora o universo de informações (nem sempre corretas) que o aluno recebe a todo instante. De acordo com Ulisses Capozzoli: “Nêmesis pode ser tão real como o Sol, ou tão ilusória quanto o sonho de um Pierrô”.

O que é o ciclo de Nêmesis ou hipótese de Nêmesis

Nêmesis seria uma hipotética companheira do Sol, formando assim um sistema binário como grande parte das estrelas presentes em nossa galáxia.

A origem da hipótese de Nêmesis está associada à necessidade de se explicar as extinções em massa ocorridas em alguns períodos ao longo da história da Terra e também ao fato de que cerca de três em cada quatro estrelas da Via-láctea possuem uma companheira orbital e o nosso Sol ser uma das poucas isoladas embora essa afirmação seja limitada pelos instrumentos que possuímos.

Nos anos 70 o geólogo Walter Álvarez estudava a extinção dos dinossauros no período Cretáceo e ao analisar as rochas presentes no limite K-T (limite entre os períodos cretáceo e terciário) verificou uma alta concentração de Irídio bem superior aos padrões até então encontrados. Sabe-se que o Irídio é um elemento raro na superfície terrestre e então algumas hipóteses começaram a ser levantadas para explicar tal anomalia, porém nenhuma das hipóteses atendia satisfatoriamente as condições para explicar a anomalia do Irídio.

Sugeriu-se que a única hipótese plausível para tal fato poderia ser um impacto de um cometa (meteorito) com a Terra, exatamente na fronteira K-T [1], uma vez que o Irídio é relativamente abundante em meteoritos. Este cometa teria então causado a extinção dos dinossauros.

Conforme concentrações anormais de Irídio passaram a ser detectadas em outras regiões do planeta [2], a hipótese passou a ser cada vez mais estudada por outros grupos de pesquisa. A teoria do impacto embora tenha sido recebida a princípio com cautela pela comunidade científica com o tempo ganhava cada vez mais defensores.

Em 1984 David Raup e J. John Sepkoski Jr. paleontólogos da Universidade de Chicago apresentaram o estudo *Periodicity of extinctions in the geologic past* [3] onde afirmam que a cada 26 milhões de anos acontece na Terra uma extinção massiva de espécies. Registros geológicos de fato indicam uma enorme cratera de impacto no mar do Caribe, com 65 milhões de anos, do final do período cretáceo, coincidindo com o fim do reinado dos dinossauros. Durante esse período um ou mais cometas teriam atingido a Terra, envolvendo-a numa nuvem de poeira durante meses.

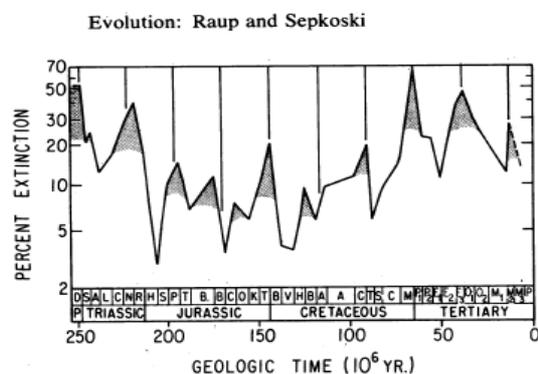


Figura 01: Periodicidade das extinções em massa [3]

Começam então a surgir teorias para tentar explicar a aparente periodicidade das extinções em massa, havendo destaque para mais dois artigos publicados ainda em 1984, são artigos oriundos do trabalho de dois diferentes grupos de astrônomos sobre as características de uma possível estrela companheira do Sol: Nêmesis. Para os gregos Nêmesis era a deusa que castigava os arrogantes ou a deusa da vingança, não havia um nome mais propício e impactante para a suposta companheira do Sol. Sendo assim, o Sol deveria formar um sistema binário tal qual outras estrelas presentes em nossa galáxia, então, passou-se a relacionar as extinções em massa a perturbação causada na nuvem de Oort pela passagem de Nêmesis.

Com base nos dados publicados por Raup e Sepkoski, Daniel P. Whitmire e Albert A. Jackson [4], propõem um modelo em que Nêmesis encontra-se a uma distância máxima do Sol de 88.000 UA, com uma órbita muito excêntrica que entra na Nuvem de Oort a cada 20.000 anos produzindo chuvas cometárias com uma periodicidade de 100.000 a 1.000.000 de anos. A estrela teria uma massa de entre 0,0002 a 0,07 massas solares.

Ainda na mesma edição da Nature, Marc Davis, Piet Hut e Richard A. Muller escrevem o artigo *Extinction of species by periodic comet showers* [5] e também concluem que uma *anã marrom* poderia estar orbitando em torno do Sol, com uma órbita moderadamente excêntrica, e a cada passagem próxima da Nuvem de Oort, uma chuva de um bilhão de cometas poderia ser produzida. Segundo Muller, Nêmesis poderia ser uma estrela anã vermelha, relativamente comum em nossa galáxia.

A partir daí começa a busca pela estrela companheira do Sol e apesar dos dados recebidos do satélite IRAS (*Infra-Red Astronomical Satellite*) lançado pela NASA em 1983 terem revelado um grande número de objetos celestes até então desconhecidos, nenhuma estrela que se enquadrasse nas características de

Nêmesis foi detectada. Segundo os defensores da idéia as características físicas e orbitais de Nêmesis justificariam o fato dela ainda não ter sido descoberta [6]. Mais recentemente dados do WISE (*Wide-field Infrared Survey Explorer*) também não detectaram Nêmesis [7]. Dados do IRAS e do WISE , parecerem contestar a existência de qualquer objeto celeste que possa se enquadrar como Nêmesis, dessa forma a existência de Nêmesis não é totalmente contestada mas é uma teoria considerada atualmente como pouco provável.

Detalhes do Modelo

Segundo o modelo sugere-se que a órbita de Nêmesis apresenta no afélio (ponto mais distante de sua órbita), uma distância de cerca de 2,8 anos-luz do Sol. Possuindo uma órbita bastante excêntrica - excentricidade entre 0,6 e 0,9 - ela estaria consideravelmente mais próxima no periélio (ponto de maior proximidade).

O fato de estar tão próxima e ainda não ter sido detectada indica que a estrela companheira hipotética teria uma luminosidade inferior à 7ª magnitude e menos de 0,3 Massas Solares. Para produzir as perturbações gravitacionais responsáveis pela chuva cometária, a companheira deveria ter uma massa mínima de 0,05 M_{sol} . Se possuir massa entre 0,1 e 0,3 M_{sol} será uma estrela da Sequência Principal (fase de equilíbrio, na qual as estrelas normais passam a maior parte de suas vidas): uma anã vermelha, o tipo de estrela mais comum da Via Láctea.

Porque a hipótese não é aceita

As extinções em massa provocadas por choque de corpos celestes com a Terra não é aceita por toda a comunidade científica, além disso alguns paleontólogos defendem que a extinção dos dinossauros foi lenta e gradual, ao contrário do que a teoria do impacto faz supor. Há ainda o argumento de que a concentração anormal de Irídio seria resultado de atividade vulcânica e não de impactos de cometas, acredita-se que a concentração de Irídio no interior da Terra seja muito mais abundante que na crosta.

Além disso alega-se que para que os objetos trans-netunianos estejam nas suas órbitas atuais não poderia ocorrer uma perturbação gravitacional por um objeto de massa tão elevada quanto a de uma estrela anã marrom e nem mesmo a de Jupiter.

Em 2005, foi provado que nenhuma anã-vermelha companheira do Sol poderia existir num raio de 25 mil Unidades Astronômicas ou já teria sido descoberta [6]. Atualmente Nêmesis é tida apenas como uma teoria pouco provável, devido . Nêmesis é portanto mais um objeto hipotético do Sistema Solar, apesar disso ainda hoje existem equipes de pesquisadores que ainda defendem a hipótese de Nêmesis.

DETALHAMENTO DAS ATIVIDADES

O tema escolhido pode ser abordado no ensino médio a partir de inúmeros enfoques, como:

- Mecânica Celeste
- Mecânica dos sistemas binários
- Tipos de objetos celestes
- Evolução estelar

- Física Nuclear

E ainda outros que podem ser trabalhados de maneira interdisciplinar como a origem das extinções em massa.

A partir dessas possibilidades procurei desenvolver um projeto que de alguma forma englobasse e possibilitasse a discussão de alguns desses temas a partir da idéia de problematizações e da construção do conhecimento pelo aluno. A proposta da aula foi dividida em 3 momentos distintos adaptados dos momentos pedagógicos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco [8]

1° Momento: Problematização inicial

2° Momento: Organização do conhecimento

3° Momento: Aplicação do conhecimento

No primeiro momento foram propostas questões/situações que tivessem relação tanto com o conhecimento já construído pelos alunos quanto com o conteúdo de física.

Para problematização inicial seria proposto aos alunos os seguintes questionamentos:

- Seria possível a existência de mais de uma estrela no sistema solar? Se existisse como ela seria?
- Quais as conseqüências a Terra sofreria em decorrência da existência dessa segunda estrela?

Já no segundo momento a organização do conhecimento se daria basicamente através de aula expositiva sobre os tópicos levantados na problematização inicial da aula, a intenção seria que os próprios alunos fizessem o levantamento dos conhecimentos necessários para explicar as situações descritas na problematização. Neste segundo momento seriam abordados os seguintes tópicos:

- Zona habitável do sistema solar
- Orbitas possíveis para um planeta inserido em um sistema binário
- Evolução e tipos de estrelas
- Candidatos à Nêmesis
- Porque a hipótese de Nêmesis não é aceita

Obviamente que outros sub-tópicos podem ser explorados como, por exemplo:

- Determinação de centro de massa
- Leis de Kepler
- Gravitação

No terceiro momento seria proposto aos alunos a construção de argumentos seja a favor ou contra a hipótese de Nêmesis levando-se em conta os dados divulgados por Muller sobre o período de Nêmesis, a luminosidade de uma estrela marrom, a distancia do Sol no afélio e no periélio, a partir de algumas atividades propostas.

Atividade 1- Definindo a Órbita de Nêmesis

A proposta desta atividade é discutir a respeito da primeira lei de Kepler tendo como base a construção de um modelo para a suposta órbita de Nêmesis.

Sabendo-se que as estrelas binárias obedecem às *Leis do Movimento Planetário de Kepler*, a hipótese de Nêmesis prevê que essa estrela descreve uma órbita elíptica com excentricidade entre 0,6 e 0,9. Define-se uma elipse como o conjunto dos pontos cuja soma das distâncias (d_1 e d_2) destes pontos a dois pontos fixos (F_1 e F_2), chamados **focos**, é uma constante (k), isto é:

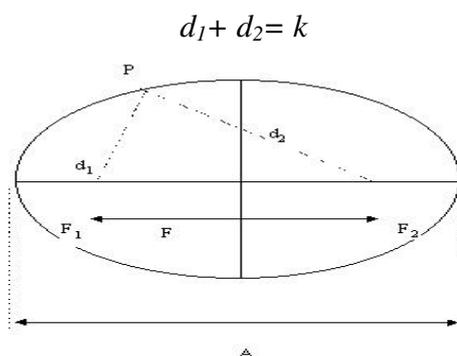


Figura 02: Elipse

Define-se a excentricidade (“achatamento”) da elipse como sendo a razão entre a distância entre os focos F_1 F_2 (ou distância interfocal) e o comprimento do eixo maior (A). Representamos a excentricidade da elipse pela letra “ e ”, assim sendo:

$$e = \frac{F}{A}$$

Utilizando-se o chamado “método do barbante” [9] é possível reproduzir como seria a órbita de Nêmesis. Sabendo-se que:

$$F = e \cdot A$$

E fazendo $e = 0,9$ e $A=20\text{cm}$ (ou menos), temos que:

$$F = 0,9 \times 20 = 18 \text{ cm}$$

Note que, para distância A foi adotado um valor arbitrário, esse valor pode ser determinado levando-se em conta o tamanho da folha de papel onde o aluno irá desenhar a elipse.

Para desenhar a elipse, determina-se o tamanho do barbante a ser utilizado. Este comprimento é dado por:

$$L = F + A$$

Sendo assim:

$$L = 18 + 20 \Rightarrow 38 \text{ cm}$$

O próximo passo é fixar a folha onde será desenhada a elipse a um suporte, de madeira ou outro material. Fixar dois pregos ou tachinhas separados por uma distância igual a F . A estes dois pregos amarrar cada ponta do barbante. Apoiando-se o lápis no barbante, desenhar a elipse, conforme figura abaixo:

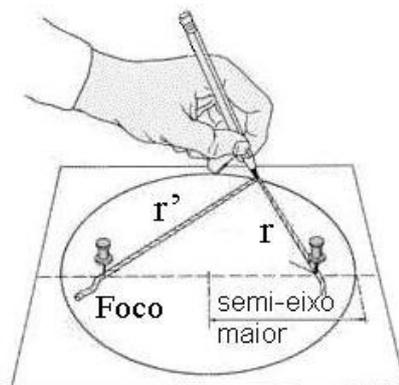


Figura 03: Método do Jardineiro para desenhar elipse

A partir desse esquema é possível se comparar a órbita prevista para Nêmesis com por exemplo a órbita da Terra ($e = 0,02$) e demais planetas do sistema solar.

Atividade 2- Definindo a massa teórica para Nêmesis

Ao se observar um sistema binário tem-se a medida da separação angular entre a estrela primária (a estrela mais brilhante do par) e a secundária (menos brilhante). De acordo com a lei de Kepler, num sistema ligado gravitacionalmente, dois corpos orbitam um ao outro, ambos girando em torno de seu centro de massa. Neste caso a relação das massas é dada por $m_1 r_1 = m_2 r_2$ e a separação dos corpos é dada pela soma das distâncias até o centro de massa $a = r_1 + r_2$.

Sabendo-se que Nêmesis deve possuir um período de 26 milhões de anos e que a distância no ponto mais próximo do Sol é de 20.000 UA e no ponto mais distante é de 90.000 UA. Determinar sua massa utilizando a terceira lei de Kepler na forma [10]:

$$m_1 + m_2 = \frac{a^3}{P^2}$$

Assim temos que:

$$M_{sol} + m_2 = \frac{(90.000)^3}{(26.10^6)^2}$$

$$M_2 = 0,07 M_{sol}$$

Dessa forma, a hipotética estrela Nêmesis possuiria então uma massa baixa e consequentemente uma luminosidade também baixa (relação massa-luminosidade), esse é um dos fatores que ainda mantém acesa para alguns pesquisadores a idéia de que talvez já tenhamos detectado Nêmesis entre as anãs marrons já conhecidas porém não conseguimos determinar com precisão sua distância para confirmar se é ou não Nêmesis.

Atividade 3- Caracterizando Nêmesis

Até o momento já descrevemos a órbita de Nêmesis e a sua massa teórica, agora com base nos dados obtidos poderemos caracterizar Nêmesis, mas será que com uma massa de $0,07 M_{\text{sol}}$ Nêmesis poderia de fato ser considerada uma estrela? Utilizando o diagrama a seguir determinar que tipo de estrela poderia ser Nêmesis.

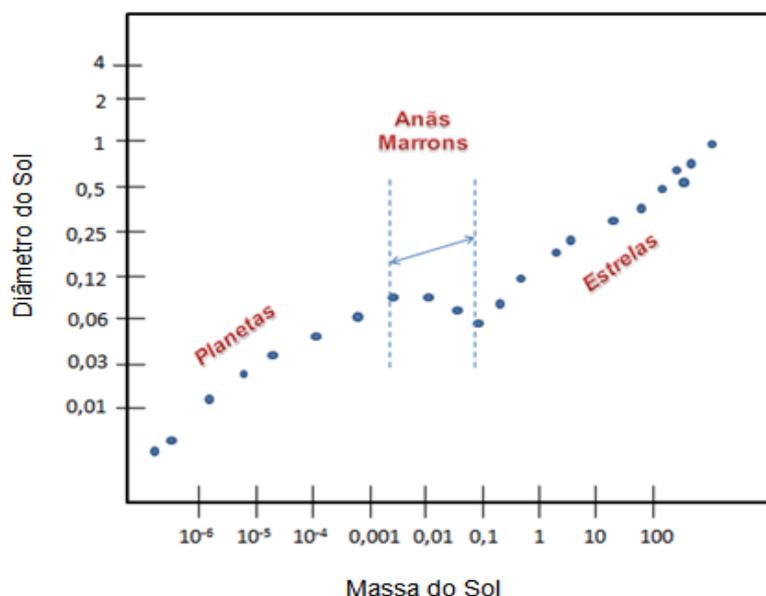


Diagrama 1: Classificação de corpos celestes em função de seu diâmetro e massa em relação ao diâmetro e massa solar.

Vemos através do diagrama acima que o único objeto que compreenderia a massa de Nêmesis seriam as anãs marrons com massa entre 0,01 e 0,1 massas solares. Um objeto celeste com massa superior a 1 % de massa solar deixa de ser um planeta; mas abaixo de 8% de massa solar não chega a ser uma estrela propriamente dita, portanto se Nêmesis existisse não poderia sequer ser considerada uma estrela, apesar disso astrônomos afirmam que com a massa de uma anã marrom Nêmesis já causaria transtornos na órbita dos asteróides da nuvem de Oort de tal forma que não poderiam apresentar a órbita atual.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Procurando responder perguntas como: Para que serve o ensino de física hoje? Certamente não chegaremos a uma resposta consensual. Porém, chegaremos a conclusão de que, nem todos os alunos serão cientistas e portanto não tem o menor interesse em se aprofundar em nenhum conhecimento científico. Muitos sequer irão prestar vestibular (o que é realmente um argumento forte não só por professores). Então o que nos resta?

O propósito deste trabalho é apresentar uma estratégia de ensino que possibilite a contextualização do conhecimento que por muitas vezes se torna vazio e inútil devido à falta de vínculos com a realidade apresentada aos alunos. A prática profissional nos mostra que em geral os alunos se interessam por questões de importância para a ciência no mundo contemporâneo. Discussões pautadas em assuntos que de alguma forma despertem o interesse dos alunos pode ser uma boa

estratégia de ensino e pode abrir espaço para o trabalho do professor através de discussões mais profundas sobre a ciência e a construção do conhecimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] Alvarez, L. W., Alvarez, W., Asaro, F., Michel, H. V. 1980, Extraterrestrial cause for the Cretaceous-Tertiary extinction, *Science*, 208, 1095-1108

[2] Smit, J., Hertogen, J. 1980, An extraterrestrial event at the Cretaceous-Tertiary boundary, *Nature*, 285, 198-200

[3] Raup, D.M., Sepkoski, J.J., 1984, Periodicity of extinctions in the geologic past, *Proceedings of National Academy of Science, USA*, Vol. 81, pp. 801-805

[4] Whitmire, D.P., Jackson, A.A., 1984, Are periodical mass extinctions driven by a distant solar companion, *Nature*, 308, 713 - 714

[5] Davis, M., Hut, P., Muller, R.A., 1984, Extinction of species by periodic comet showers. *Nature*, 308, 715 - 717

[6] Costa, J.R.V. Nêmesis, a estrela da morte. *Astronomia no Zênite*, abr. 2003. Disponível em: <<http://www.zenite.nu?Nêmesis>>. Acesso em: 4 jan. 2012

[7] Clavin, W. Perrotto, T. Origin of Dinosaur-Killing Asteroid Remains a Mystery, set. 2011. Disponível em: <http://www.jpl.nasa.gov/news/news.cfm?release=2011-296>.

[8] Delizoicov, D., Angotti, J.A., Pernambuco, M.M. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. 2ª. Ed. São Paulo: Ed Cortez, 2004.

[9] Canalle, J.B.G. *Oficina de Astronomia*. Disponível em: <http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>

[10] Oliveira, K.S.F, Saraiva, M.F.O., *Astronomia e astrofísica*. 2ª. ed. Editora Livraria da física: São Paulo, 2004.