

## UM ROTEIRO PARA TRABALHAR CONJUNTAMENTE ASTRONOMIA E FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

### A SET OF INSTRUCTIONS TO WORK TOGETHER ASTRONOMY AND PHYSICS IN SECONDARY SCHOOL

Josiane Antunes da Silva<sup>1</sup>, Marcelo Porto Allen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo/ campus São Paulo/ Licenciatura em Física/ Josiane.fisica@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo/ campus São Paulo / Coordenadoria de Ciências Naturais e suas Tecnologias, mpallenbr@yahoo.com.br

#### Resumo

*Apresentamos um roteiro para professores de Ensino Médio, que propõe trabalhar conjuntamente temas de Física e Astronomia; neste caso, o conceito de ressonância é associado aos asteróides do Cinturão Principal, que mostram órbitas onde há poucos ou nenhum asteróide presentes (lacunas de Kirkwood), causadas pela influência gravitacional de Júpiter. Argumentamos que a integração entre temáticas de Astronomia e Física oferece possibilidades interessantes para o planejamento dos cursos de Física no Ensino Médio.*

**Palavras-chave:** sequência didática; astronomia; ensino médio; física

#### Abstract

*We present a set of instructions for Secondary School teachers, which proposes to work together topics from Physics and Astronomy; in this case, the concept of resonance is associated to Main Belt asteroids, which show orbits where there are none or a few asteroids (Kirkwood gaps), caused by the gravitational influence of Jupiter. We argue that integration between Astronomy and Physics topics offer interesting possibilities for planning of Physics courses in Secondary School.*

**Keywords:** didactic sequence; Astronomy; secondary school; Physics

#### INTRODUÇÃO

A Astronomia compreende um conjunto de temas considerados interessantes e motivadores tanto por alunos quanto por professores. Apesar disso, durante um longo tempo, os conteúdos de Astronomia estiveram praticamente ausentes do Ensino Básico. A maioria das exceções se devia a professores trabalhando isoladamente e com pouco suporte institucional e pedagógico.

Recentemente, os PCN (1998) e PCN+ (2002) recuperaram essas temáticas e incluíram explicitamente conteúdos de Astronomia no Ensino Básico. O PCN+ (2002) para Física no Ensino Médio intitula seu tema estruturador 6 de “Universo, Terra e Vida”, subdividindo-a em três tópicos: “Terra e Sistema Solar”, “O Universo e sua Origem” e “Compreensão Humana do Universo”. Encontra-se nessa obra a preconização de trabalhar cada tema estruturador em um semestre:

*“No que diz respeito aos temas, [...], podem ser identificados momentos diferentes, [...], mantendo-se um tema por semestre letivo, ao longo dos três anos do ensino médio.”*

Entre as sugestões acerca de qual momento aplicar cada tema estruturador, há aquelas que situam o tema 6 no último semestre do terceiro ano ou no primeiro semestre do primeiro ano. Contudo, como o próprio documento aponta, é possível organizar esse tema estruturador em outro semestre. O último bimestre de cada ano é particularmente suscetível a ser suprimido total ou parcialmente por conta de atrasos na execução do plano de aula. Incidentalmente, no último semestre do terceiro ano, muitos alunos estão se concentrando na preparação para diversas provas, como vestibulares, ENEM etc., e sendo Astronomia ainda um tema pouco usual entre as diferentes provas, o professor pode não se sentir particularmente motivado a lecioná-la. Assim, mesmo com a recomendação para a inclusão de Astronomia no Ensino Médio, é compreensível que muitos professores ignorem esse tema estruturador no todo ou em parte, alegando atrasos e falta de tempo ou interesse.

Outras razões para a não inclusão efetiva de Astronomia podem estar relacionadas à formação do professor e às suas inclinações “pessoais”. No aspecto da formação, a inclusão de Astronomia nos currículos das Licenciaturas em Física está acontecendo de forma gradual, e até tímida, provocando no professor recém-formado a sensação de incapacidade perante o tema, por ele virtualmente desconhecido, ou a sensação de que o tema é “desimportante”, já que não comparece no currículo. Essa mesma sensação poderá levá-lo a ignorar a oferta crescente de cursos e oficinas de formação continuada voltados justamente para preencher essa lacuna. Podemos também imaginar que alguns professores não identifiquem a Astronomia como um tipo de conteúdo pertencente à Física, e, por conseguinte, optem por minimizá-la ou eliminá-la dos seus planos de aula.

Fazemos notar que, malgrado a recomendação do PCN+ (2002), há quem proponha formas alternativas de organização dos temas e conteúdos dos 3 anos do Ensino Médio (veja por exemplo Rechi 2010), desafiando a categorização tradicional (Mecânica, óptica, Ondulatória...). Em sintonia com essa linha alternativa de raciocínio, pretendemos explorar a possibilidade de propor situações educativas onde a Astronomia e a Física apareçam de modo integrado e indissolúvel, como tivemos oportunidade de realizar até o início de 2011 no projeto PIBID do IFSP campus São Paulo. A presença de Astronomia (e outros temas) nessa nova forma organizacional do currículo aconteceria de forma esparsa ao longo dos três anos do curso, imediatamente evitando os problemas da falta de tempo e da localização específica dentro dos seis semestres usuais.

## RESSONÂNCIA

A ressonância é um fenômeno físico que geralmente é estudado pelos alunos de Ensino Médio quando se fala de ondulatória, mas também faz parte de outros temas da Física, inclusive Astronomia. A Galileu Galilei é atribuída a identificação do fenômeno da ressonância pelas investigações promovidas a respeito do período de pêndulos.

Quando se fala de ressonância em ondulatória, diz-se basicamente que, num sistema oscilante que recebe energia numa frequência igual a uma de suas frequências naturais de oscilação ou um de seus harmônicos, a amplitude das oscilações do sistema tende a aumentar até um limite máximo, geralmente imposto pela dissipação de energia.

A ressonância está presente em diversas atividades do cotidiano. Mesmo sem saber, uma criança num balanço pode provocar ressonância apenas dobrando seu corpo para frente ou para trás nos instantes certos, com isso a amplitude (altura do balanço) aumenta. A sintonia de uma emissora nada mais é do que fazer o receptor do rádio ou televisão entrar em ressonância com a onda portadora da emissora. A ressonância também tem que ser levada em consideração na construção civil, por exemplo, ao planejar a construção de um estádio de futebol as estruturas devem ser pensadas para suportar o impacto ritmado da torcida pulando. Em 1940, no Estreito de Tacoma, nos Estados Unidos da América, uma ponte pênsil ruiu após entrar em ressonância com os ventos; a ponte foi substituída por outra, que foi projetada com amortecedores, levando em consideração a ressonância.

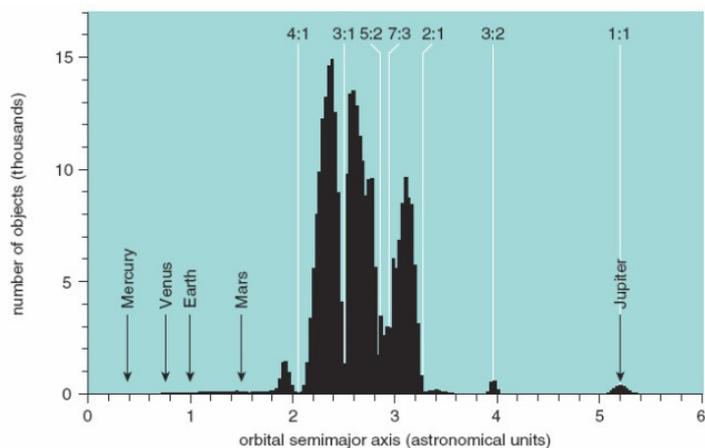
## **ASTERÓIDES**

Asteróides são objetos rochosos ou metálicos originários de restos dos materiais que formaram o nosso sistema solar. Atualmente a maioria deles está concentrada em duas regiões principais: o Cinturão principal de asteróides entre as órbitas de Marte e Júpiter e o Cinturão de Kuiper além da órbita de Netuno.

Os asteróides são importantes para a astronomia, especialmente no que diz respeito aos estudos de origem do Sistema Solar. Um asteróide pode ser formado por fragmentação e os planetas por aglomeração. Na formação de um planeta há liberação de alta quantidade de energia, resultando em um grande aumento de temperatura, que tem consequências como a reorganização da estrutura molecular dos materiais presentes (formação de rochas magmáticas e metamórficas). Já os asteróides podem ser vistos como parte do material originário do Sistema Solar. Sua composição pode ser mais facilmente estudada que a composição de outro corpo celeste porque é relativamente simples conseguir amostras deles, pois seus fragmentos estão constantemente caindo na Terra.

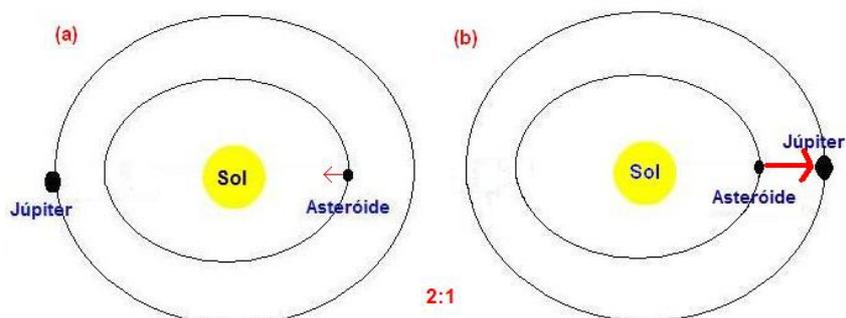
Se o asteróide possuir período orbital que seja uma razão de números inteiros pequenos do período de Júpiter, a configuração da órbita é ressonante; a frequência dos puxões gravitacionais de Júpiter fará os dois corpos entrarem em ressonância destrutiva ou construtiva, dependendo do caso. Assim são formadas as órbitas vazias chamadas de lacunas de Kirkwood, no cinturão principal de asteróides. A ressonância gravitacional impede que os asteróides se fixem nessas órbitas.

A Figura 01 mostra a distribuição dos asteróides de acordo com sua distância média ao Sol.



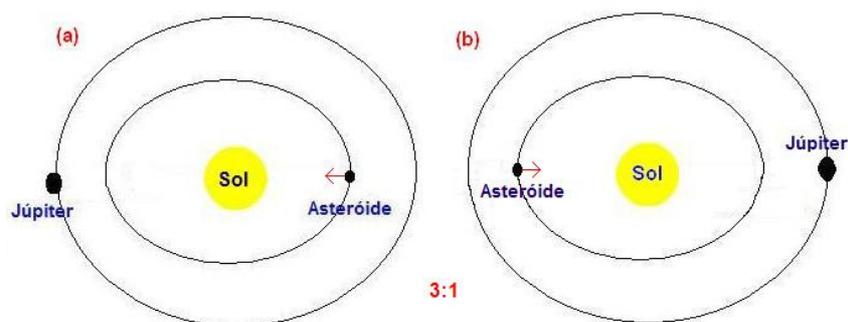
**Figura 01:** Os picos e vales representam a concentração dos asteroídes nas órbitas, de acordo com a distância média orbital. As razões indicam as ressonâncias em termos do período orbital de Júpiter comparado ao período orbital do asteroíde

Na Figura 02 ocorre ressonância gravitacional entre Júpiter e um asteroíde que completa um período orbital enquanto Júpiter perfaz metade de sua órbita. Comparando a Fig.02 (a) com a Fig.02 (b), percebe-se que em (a) o asteroíde é puxado para perto do Sol e em (b) o asteroíde é puxado para longe do Sol. Em (a) o asteroíde é puxado com uma intensidade menor que na situação (b) onde o asteroíde é puxado para fora muito mais intensamente, devido à dependência quadrática da gravidade com a distância entre os corpos. Esse tipo de configuração é instável (ressonância 2:1).



**Figura 02:** Influência gravitacional de Júpiter em um asteroíde. Ressonância 2:1, pois a cada meio período de Júpiter o asteroíde completa um período.

Na Figura 03 ocorre ressonância gravitacional entre Júpiter e um asteroíde que completa três metades do seu período orbital enquanto Júpiter perfaz metade de sua órbita. Comparando as duas configurações da Figura 03, percebe-se que em ambos os casos o asteroíde está sendo puxado para perto do Sol com intensidade semelhante, por isso essa ressonância é chamada de instável.



**Figura 03:** *Influência gravitacional de Júpiter em um asteróide. Ressonância 3:1, pois a cada meio período de Júpiter o asteróide completa três meios de seu período.*

## SEQUÊNCIA DIDÁTICA PRATICADA

Dentro do subprojeto da Licenciatura em Física do IFSP campus São Paulo para o PIBID, escolhemos trabalhar com o ensino de Astronomia, visando encontrar formas de lidar com os conceitos pertinentes a essa temática, e integrá-los aos demais conteúdos de Física.

Para promover uma visão conjunta entre dois “blocos” de conhecimentos que em geral são mantidos separados, Astronomia e Ondulatória, escolhemos o tema “Ressonância nas órbitas dos asteróides” para trabalhamos neste projeto com turmas do segundo ano do Ensino Médio.

Foram realizadas três aulas de 45 minutos em cada turma, em semanas consecutivas, com três turmas noturnas do segundo ano do Ensino Médio em uma escola estadual na periferia de São Paulo, sendo organizada da seguinte forma:

1ª Aula: Experimento com pêndulos acoplados, ressonância e alguns exemplos, para que os alunos pudessem vivenciar a ocorrência do fenômeno. Também foi solicitada aos alunos uma pesquisa sobre tipos de ressonância para ser entregue e apresentada na 3ª aula. Nessa aula apenas cinco alunos de cada turma participaram do experimento (pois a escola havia dispensado os alunos para participação em um evento esportivo), os que estavam mais interessados no experimento previamente anunciado.

2ª Aula: Órbitas, asteróides e ressonância nas órbitas dos asteróides. Foram apresentados com “slides” (como as figuras no anexo). Nessa aula muitos alunos participaram, quase todos das salas envolvidas. Para a realização dessa aula as três turmas foram levadas para a sala de vídeo simultaneamente.

3ª Aula: Apresentação da pesquisa requisitada na primeira aula, sobre Tipos de Ressonância, para que os alunos buscassem esse tipo de informação e tentassem entender melhor esse conceito. Das três turmas quase metade dos alunos apresentaram os trabalhos, sendo maioria destes sobre Ressonância Magnética. Em geral o foco do conteúdo dos trabalhos foram as aplicações dos aparelhos que utilizam esse tipo de ressonância.

A partir dessa experiência, após análise das dificuldades encontradas e sucessos obtidos, foi confeccionado para os professores de Física um roteiro contendo instruções para inserção de tópicos de Astronomia no Ensino Médio, preferencialmente conjuntamente a outros conceitos físicos, para promover uma

integração de temas, contrariamente à recomendação do PCN+ (2002), mas em sintonia com o PCN (1998). O roteiro está incluído como anexo deste trabalho.

## DISCUSSÃO

Devido a eventuais dificuldades de formação, organização ou percepção, os professores de Física podem evitar ou efetivamente eliminar os tópicos de Astronomia que se recomenda lecionar no Ensino Médio. Nosso roteiro tem por objetivo apresentar uma possível maneira de trabalhar conjuntamente Astronomia e Física. Acreditamos que essa seria uma estratégia interessante para minorar a dificuldade organizacional no que diz respeito ao tempo, pois trabalhando dois ou mais temas em conjunto, além dos assuntos se apresentarem encadeados, afastando a possível percepção de que Astronomia e Física são coisas a serem mantidas separadas, o professor teria um planejamento mais coeso e abrangente.

A sequência didática realizada por nós e já citada anteriormente foi originalmente concebida como um desafio dentro do projeto PIBID. Quando iniciamos o projeto tínhamos o objetivo explícito de desenvolver um assunto relacionado com a Astronomia. O supervisor havia escolhido Ondulatória como tema daquele semestre, então conjuntamente decidimos que a melhor maneira de introduzir um assunto de Astronomia seria compor uma conexão com a Ondulatória.

Os pré-requisitos desta atividade foram descobertos empiricamente, ao perceber as dificuldades na compreensão dos alunos sobre o tema, gerada pela falta destes. As principais dificuldades apresentadas pelos alunos diziam respeito aos movimentos planetários, pois grande parte dos alunos não sabia ao menos que os planetas se moviam, portanto nem como se moviam ou o que eram órbitas. Uma programação que levasse em consideração a Astronomia ao longo dos anos certamente pode superar esta dificuldade.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, SEMTEC 2002.

RECHI, Ricardo. **Tópicos de astrofísica e cosmologia: uma aplicação de física moderna e contemporânea no ensino médio**. Dissertação de mestrado, Institutos de Física, Química, Biociências e Faculdade de Educação, USP, 2010.

## **ANEXO**

O anexo a seguir apresenta o roteiro elaborado para professores de Física do Ensino Médio, com o propósito de apresentar o conceito de ressonância entre Júpiter e os asteróides.

### **Ressonância**

A ressonância é um fenômeno físico que geralmente é estudado quando se fala de ondas. Porém, o conceito de ressonância pode ser aplicado na Astronomia também.

Quando esse conceito é tratado em ondulatória, diz-se basicamente que, num sistema oscilante que recebe energia numa frequência igual à sua frequência natural, a amplitude do sistema oscilante tende a aumentar até um limite máximo.

Esse conceito, aplicado à Astronomia, também relaciona frequências, mas nesse caso são frequências do período orbital de corpos maiores e corpos menores como, por exemplo, Júpiter e os asteróides, respectivamente.

O objetivo é refletir como o conceito de ressonância se manifesta nas órbitas dos asteróides.

### **Dos Pêndulos aos asteróides.**

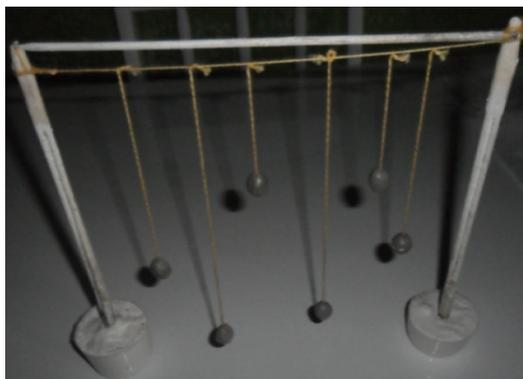
Para dar início à discussão sobre ressonância, monte um ou mais experimentos simples de pêndulos acoplados para os alunos ou até mesmo auxiliem na montagem de seus próprios experimentos.

Para a montagem de um experimento de pêndulos acoplados você vai precisar dos seguintes materiais: barbante ou linha; porquinhas ou outros objetos pequenos, porém “pesados”; hastes (podem ser palitos de churrasco) e suporte para as hastes (copinhos com gesso é uma opção).

No processo de montagem faça primeiro a base com o copinho de gesso e a haste perpendicular ao copinho, depois do gesso endurecido amarre entre uma haste e outra um palito para manter elas distantes. Um pouco abaixo do palito preso entre as hastes amarre um barbante de modo que não fique completamente esticado, nesse barbante pendure alguns pêndulos, (seis é um número recomendado). Para fazer os pêndulos amarre as porquinhas ou faça bolinhas de mesmo tamanho com durepoxi em fios com tamanhos diferentes, mas é importante que pelo menos um par de pêndulos possuam fios de tamanhos iguais (para facilitar a transmissão de energia).

No procedimento experimental, os alunos devem ter como estimar o tempo de oscilação (período) de cada pêndulo. Incentive seus alunos a associarem as características dos pêndulos (massa, comprimento) aos períodos, para que encontrem a dependência funcional da frequência com o comprimento, ainda que de forma qualitativa. Para eliminar a concepção espontânea de que a massa influencia no período, todos os pêndulos podem ser feitos com massas iguais. Verificar que apenas quando os comprimentos dos fios são iguais ou múltiplos inteiros de algum dos fios há ressonância (transmissão de energia).

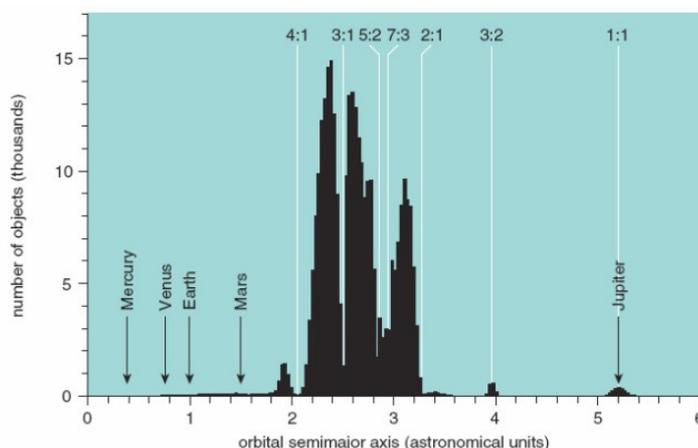
A Fig. 1 mostra um modelo do arranjo experimental sobre pêndulos acoplados.



**Fig. 1:** Experimento simples de Pêndulos Acoplados

Deixe os alunos interagirem com o experimento por 20 minutos, depois levante uma discussão do porque quando um pêndulo era forçado a oscilar, somente o pêndulo cujo comprimento do fio fosse igual ou múltiplo a outro fio também oscilava. (utilize uma aula de 45 minutos para tal atividade, se os pêndulos já foram montados previamente).

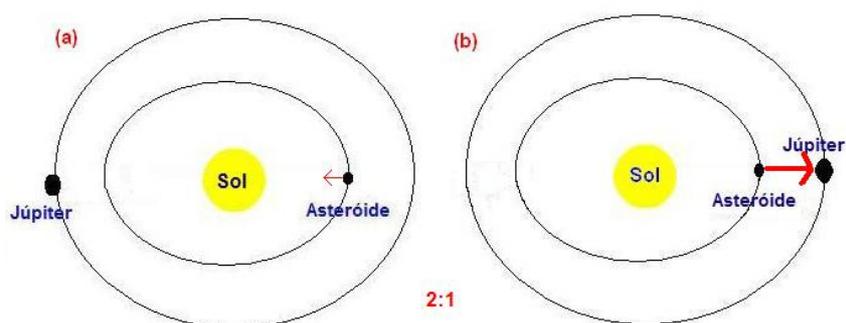
Explique o que é período de oscilação, frequência de oscilação, frequência natural dos objetos, transferência de energia e ressonância no pêndulo. Depois de realizadas as atividades pertinentes a esses assuntos, introduza a explicação do que é asteróide, mostrando figuras, sobre Júpiter, sua massa e como a massa de um corpo celeste pode atrair outro corpo. É importante que antes de iniciar essa discussão o aluno tenha noção de movimentos planetários, gravidade e período orbital para que o entendimento do assunto seja satisfatório. Apresente imagens como as Fig.2 que mostra a organização dos asteróides (“lacunas” e picos na distribuição de distâncias típicas), Fig.3 e Fig.4 que mostram duas configurações possíveis.



**Fig. 2:** Os picos e vales representam a concentração dos asteróides nas órbitas, de acordo com a distância média orbital. As razões indicam as ressonâncias em termos do período orbital de Júpiter comparado ao período orbital do asteróide

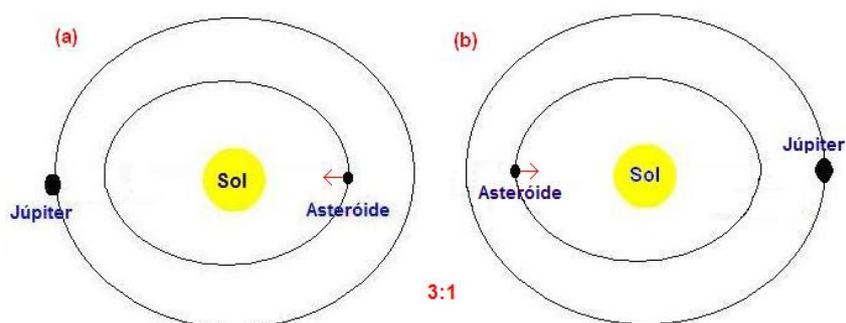
Na Fig. 3 ocorre ressonância gravitacional entre Júpiter e um asteróide que completa um período orbital enquanto Júpiter perfaz metade de sua órbita. Comparando a Fig. 3 (a) com a Fig. 3 (b), percebe-se que em (a) o asteróide é puxado para perto do Sol e em (b) o asteróide é puxado para longe do Sol. Em (a) o asteróide é puxado com uma intensidade menor que na situação (b) onde o

asteróide é puxado para fora muito mais intensamente, por conta da dependência da gravidade com a distância entre os corpos. Esse tipo de configuração é instável.



**Fig. 3:** Influência gravitacional de Júpiter em um asteróide. Ressonância 2:1, pois a cada meio período de Júpiter o asteróide completa um período.

Na Fig. 4 ocorre ressonância gravitacional entre Júpiter e um asteróide que completa três metades do seu período orbital enquanto Júpiter perfaz metade de sua órbita. Comparando as duas configurações da Fig. 4, percebe-se que em ambos os casos o asteróide está sendo puxado para perto do Sol com intensidade semelhante, por isso essa ressonância é chamada de instável.



**Fig. 4:** Influência gravitacional de Júpiter em um asteróide. Ressonância 3:1, pois a cada meio período de Júpiter o asteróide completa três meios de seu período.

É interessante pedir aos alunos para pesquisarem outros exemplos de ressonância no cotidiano como: quebrar copo com som; instrumentos de corda; ressonância magnética nuclear; forno de micro-ondas; sintonia de rádio; pular corda; criança em um balanço, entre outros.

Para saber mais: A ressonância também tem que ser levada em consideração na construção civil, ao planejar a construção de um estádio de futebol as estruturas devem ser pensadas para suportar o impacto ritmado da torcida pulando. Em 1940, no Estreito de Tacoma, nos Estados Unidos da América, uma ponte pênsil ruiu após entrar em ressonância com os ventos; a ponte foi substituída por outra, que foi projetada com amortecedores, levando em consideração a ressonância.