

Atividade 2

GRAVITAÇÃO

1) PROBLEMATIZAÇÃO:

“A coleta e a análise de dados científicos sobre os planetas começaram a ser feitas quando as imagens de estrelas errantes, conhecidas como planetas, foram ampliadas com o auxílio de telescópios astronômicos. Os telescópios aperfeiçoaram-se e os séculos 17, 18 e 19 testemunharam a sofisticação sempre crescente dos mapas planetários e a descoberta [de diversos] fenômenos. (...) A exploração planetária propriamente dita começou com o desenvolvimento das sondas e naves espaciais”⁽¹⁾.

“No dia 20 de julho de 1969, um passo de Neil Armstrong representou um grande salto para a Humanidade. Pela primeira vez um homem pisava na Lua. Transmitido via satélite para todo o mundo, o feito do astronauta americano e sua equipe (Edwin Aldrin também pisou na Lua e Michael Collins ficou no módulo de comando da nave Apollo XI) foi assistido por meio bilhão de pessoas.

Na época, vários jornais previram a colonização lunar para um futuro próximo. Isso não se concretizou, porém, porque a Lua é um astro morto, sem atmosfera ou água. O fascínio americano pelo satélite durou três anos. A última viagem do projeto Apollo à Lua foi em 1972.”⁽²⁾

Apesar de onerosas, as pesquisas e as viagens interplanetárias têm se intensificado e, cada vez mais, temos uma melhor compreensão do nosso sistema solar.



Figura 1: Neil Armstrong em solo lunar ⁽³⁾

2) PERGUNTAS-CHAVE:

- Dentre as diversas informações e dados sobre o nosso sistema solar, quais você tem conhecimento? Dentre elas, qual a que você considera mais relevante?
- Qual(is) semelhança(s) e diferença(s) você identifica entre a Terra e a Lua?
- O que faz a Lua se manter girando ao redor da Terra?
- Você já deve ter visto imagens de astronautas em espaçonaves rumo a outros planetas; você saberia explicar o porquê deles tenderem a flutuar quando livres?

3) CONCEITOS- CHAVE:

Em relação ao estudo da gravitação, a evolução histórica dos modelos explicativos, dentre eles os de Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico, Galileu e Newton, deve ser tratada como conteúdo. Além dos conceitos de interação gravitacional, de forças gravitacionais e da Lei da Gravitação Universal, considera-se relevante que a atmosfera, enquanto fator que interfere na queda dos corpos, conste como tópico do conteúdo.

3.1) Interação gravitacional:

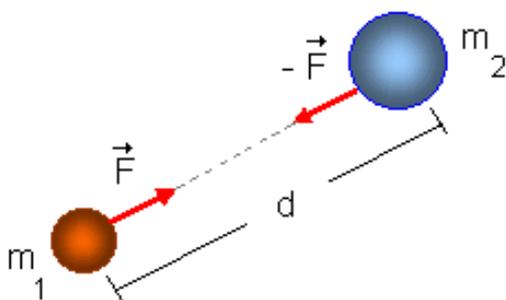
Matéria atrai matéria mesmo sem contato direto.

3.2) Forças gravitacionais:

São aquelas determinadas pela atração entre dois corpos.

3.3) Lei da Gravitação Universal:

A intensidade da força de atração gravitacional entre dois corpos quaisquer é diretamente proporcional ao produto de suas massas e inversamente proporcional ao quadrado da distância que os separa.



$$F = G \frac{m_1 \cdot m_2}{d^2}$$

O valor da constante de proporcionalidade G, denominada constante da gravitação universal, independe da natureza dos corpos, do meio no qual estão inseridos e da distância entre eles. Obtido experimentalmente, seu valor no SI é:

$$G = 6,67 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{Kg}^2$$

A direção da força gravitacional, na realidade um par de forças (ação e reação) é a da reta que une os centros dos corpos.

4) ATIVIDADES EM GRUPOS⁽⁴⁾:

4.1) Seqüência de Atividades:

- 1ª- Distribuição prévia da letra da música “Tendo a Lua”⁽⁵⁾, propondo aos estudantes que durante sua execução, eles se imaginem no ‘mundo da Lua’. Objetiva-se com a execução da música que os alunos percebam que a Física pode estar presente nas diversas formas de manifestação cultural. Com isso, espera-se sensibilizá-los para o estudo do conteúdo de Física (Gravitação) envolvido na música.

- 2ª- Ao término da execução da música, divisão da turma em grupos (\pm cinco alunos) e que para melhor compreensão da letra de Herbert Vianna e Tetê Tillet, eles façam a leitura dos textos “No Labirinto” ⁽⁶⁾ e “Galileu e o Telescópio” ^(7 e 8).
- 3ª- Distribuição aos grupos do teste de sondagem, solicitando aos alunos que, antes de respondê-lo por escrito, façam uma discussão sobre as questões nele propostas.
- 4ª- Debate das idéias, com a apresentação, pelos representantes dos grupos, das respostas ao teste de sondagem.
- 5ª- Rápida explanação sobre o funcionamento do kit experimental ⁽⁹⁾ e, em seguida, instigar os estudantes para fazerem previsões sobre o tempo de queda dos corpos. Propor que eles manipulem o kit, a fim de verificarem suas previsões.
- 6ª- Introdução do modelo aceito cientificamente, retomando o texto “Galileu e o Telescópio” e trazendo para os estudantes o debate histórico sobre o tema: Aristóteles, Ptolomeu, Copérnico, Galileu e Newton, dentre outros.
- 7ª- Exploração do kit experimental para discutir com os alunos a influência do ar na queda dos corpos.
- 8ª- Avaliação da aprendizagem.

4.2) Letra da Música e Textos:

Letra da Música	
Tendo a Lua	
	Música: Herbet Vianna Letra: Herbet Vianna e Tetê Tillet
Eu hoje joguei tanta coisa fora Eu vi o meu passado passar por mim Cartas e fotografias, gente que foi embora A casa fica bem melhor assim	Tendo a Lua aquela gravidade Aonde o homem flutua Merecia a visita não de militares Mas de bailarinas e de você e eu
O céu de Ícaro tem mais poesia que o de Galileu E lendo os teus bilhetes eu penso no que fiz Querendo ver o mais distante sem saber voar Desprezando as asas que você me deu	Eu hoje joguei tanta coisa fora E lendo os teus bilhetes eu penso no que fiz Cartas e fotografias, gente que foi embora A casa fica bem melhor assim
Eu hoje joguei tanta coisa fora Eu vi o meu passado passar por mim Cartas e fotografias, gente que foi embora A casa fica bem melhor assim	Tendo a Lua ...

Texto 1

No Labirinto

“- Ó Poseidon, grande deus do mar! Dê algum sinal para mostrar que sou seu favorito! Faça um touro branco sair das águas e eu o oferecerei em sacrifício! Assim fala Minos, diante do altar que ergueu na praia. Ao terminar sua prece, no meio das ondas cheias de espuma surge um enorme touro branco como a neve, o qual avança calmamente em direção a Minos. Satisfeito, este volta-se para seus dois irmãos e diz:

- Vocês estão vendo? Poseidon me protege. Portanto, o trono de Creta deve ser meu.

Os dois homens imediatamente se inclinam diante do novo rei da grande ilha.

Enquanto se prepara para cumprir sua promessa, Minos olha o touro e fica tão deslumbrado que pensa: ‘É uma pena sacrificar um animal tão bonito!...’ Então, manda buscar em seus rebanhos um touro qualquer e oferece-o em sacrifício, em lugar daquele que saíra do mar.

No fundo do mar, o temível Poseidon fica furioso. Ao preservar o touro, Minos ofendeu o deus profundamente, que então resolve castigá-lo. Para tanto, tornou o touro furioso e fez com que a mulher do rei Minos, Pasífae, se apaixonasse pelo animal. Assim, alguns meses mais tarde, ela deu à luz um monstro, com corpo de homem e cabeça de touro, o Minotauro. Minos fica aterrorizado, sobretudo quando descobre que a horrível criatura alimenta-se principalmente de carne humana.

Mas, por sorte, o rei tinha acolhido um ateniense muito habilidoso, Dédalo, que é um inventor genial. Minos manda chamá-lo e, sob ordens do rei, Dédalo e seu filho, Ícaro, começam a construir uma morada para o Minotauro.

Do cérebro fértil de Dédalo brota a idéia de fazer uma prisão diferente de todas as outras. Os longos corredores sinuosos e os desvios enganadores tornam impossível alguém orientar-se dentro do prédio. Quem tivesse a infelicidade de entrar ali jamais conseguiria encontrar a saída. Bem no centro dessa prisão, esconde-se o Minotauro. Esse lugar sinistro é batizado de Labirinto.

Apenas Dédalo e Ícaro conhecem seu segredo. Como Minos quer ter certeza de que eles jamais irão revelá-lo a alguém, resolve trancá-los no Labirinto. Para evitar que possam fugir pelo mar, manda vigiar o litoral.

Usando sua imaginação criadora, Dédalo tem uma idéia luminosa. Manda Ícaro trazer todas as penas de pássaro que achar. Enquanto isso, constrói armações para dois pares de asas. Por fim, quando consegue uma quantidade de penas suficiente, costura as grandes na armação e cola as pequenas com cera. Quando as asas ficam prontas, Dédalo diz a Ícaro:

- Meu filho, vamos sair desta prisão. Com nossas asas, atravessaremos o mar e encontraremos refúgio em alguma parte. Mas é preciso ter cuidado durante a viagem. Temos de voar pelo meio dos ares. Se formos alto demais, o Sol nos queimará. Se formos baixo demais ondas poderão molhar nossas asas, e aí elas não servirão para nada. Ícaro promete seguir os conselhos do pai.

Os dois dirigem-se a um lugar alto de onde será fácil levantar vôo e ajustam as asas. Aproveitando o vento, Dédalo lança-se gritando:

- Siga-me, Ícaro! Venha logo! E não se afaste...

Como um passarinho que segue o vôo da mãe, Ícaro vai atrás de Dédalo. No início, desajeitadamente. Aos poucos, porém, adquire mais confiança. Ora batendo as asas, ora planando, pai e filho afastam-se de Creta. Num instante estão sobre alto-mar. Ícaro fica zozzo e embriagado pelo prazer de voar, de contemplar a Terra tão pequenina lá embaixo.

Resolve voar um pouco mais alto. Desobedecendo ao pai, sobe cada vez mais e vai para perto do Sol. Mas então os raios ardentes do Sol derretem a cera. Uma a uma, as penas se soltam e se vão com o vento. Ícaro não consegue mais voar, rodopia, debate-se, bate os braços o mais que pode, mas não adianta nada. A queda é inevitável: como uma pedra, Ícaro cai e morre.

Quando Dédalo olha para trás e não vê o filho, fica preocupado. De repente, vê lá embaixo uma porção de penas, espalhadas sobre a crista das ondas. De imediato, o infeliz pai compreende o que aconteceu. Fica voando em círculos sobre o lugar da catástrofe, até que encontra o corpo de Ícaro e o leva à ilha mais próxima, onde o enterra. Dédalo dá a essa ilha o nome Icaria.”

Texto 2

Galileu e o Telescópio

“Galileu podia ter se tornado o primeiro (e último) grande mártir da ciência. Mas sabiamente fugiu a esse rótulo. Em vez disso, preferiu jurar que havia entendido tudo errado – embora sabendo muito bem que jurar nada tinha a ver com o assunto.

A vida de Galileu se estende da Renascença de Leonardo (da Vinci) à Era Científica de Newton. A Renascença presenciou a ressurreição das antigas idéias dos gregos sobre verdade – a verdade mostrada pela investigação ou pela prova, e não pela referência a autoridades. O humanismo auto-confiante que se seguiu provocou especulações sobre todo o campo do saber, cuja maior parte, no entanto, era como os cadernos de anotações de Leonardo – abrangentes, brilhantes, mas assistemáticos e carentes de qualquer princípio que lhes proporcionasse uma base. Assim eram os pensadores que quebraram o gelo da longa era glacial da Idade Média.

A Leonardo sucedeu-se a era de Descartes e Galileu. O filósofo francês introduziu a filosofia da razão, com sua celebrada premissa ‘penso, logo existo’. Galileu deu visão e sentido a essa recém-nascida razão. O termômetro, vários aparelhos de medição, um telescópio consideravelmente aprimorado – com eles Galileu confirmou a natureza científica da realidade e a localização do Sol no centro do sistema solar. Antes, pensava-se que as leis da física aplicavam-se somente à Terra. Os planetas e as estrelas funcionavam segundo um sistema celeste próprio.

Após Galileu, o caminho ficou aberto para uma explicação científica abrangente do universo. Na era que se seguiu, Newton formulou a primeira resposta a essa questão, que continua sendo a Grande Questão a obcecar a ciência ainda hoje” (STRATHERN, 1999, p. 7-8).



Figura 1 ⁽⁹⁾: Galileu



Figura 2 ⁽⁹⁾: Telescópio

*“A importância de Galileu na história do telescópio deve-se ao fato de ele ter empregado cientificamente este instrumento. Por volta de 1610, ele publica o seu **Mensageiro Sideral**, livro no qual atribui a si próprio o papel sugerido no título, ou seja, de um mensageiro guardião da verdade vinda dos céus e em que revela suas observações astronômicas de maior importância. É nesse livro que Galileu descreve que a Lua tem montanhas e crateras, argumento que será decisivo contra a perfeição dos céus defendido pela ciência grega. Descobriu que a Via Láctea era constituída por uma miríade de estrelas e, acima de tudo, que Júpiter era acompanhado em sua órbita por quatro pequenas luas.*

Esta descoberta era realmente importante, pois ter satélites não era um privilégio apenas da Terra e, além do mais, arrastá-los contrariava o argumento aristotélico de que, se a Terra se movesse, deixaria a Lua para trás. A Terra deixava assim de ser o centro estático e privilegiado do universo” (PONCZEK, 2002).

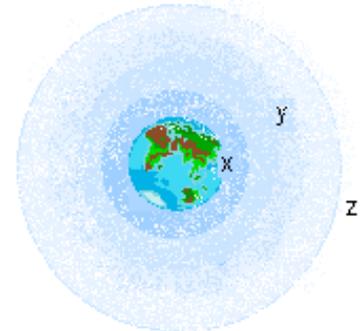
4.3) Modelo de Teste de Sondagem:

- 1) Você ouviu a música **Tendo a Lua** e o trecho da letra transcrito a seguir expressa um fato conhecido há mais de 25 anos.

**“Tendo a Lua aquela gravidade
Aonde o homem flutua”**

Qual a sua explicação para este fato?

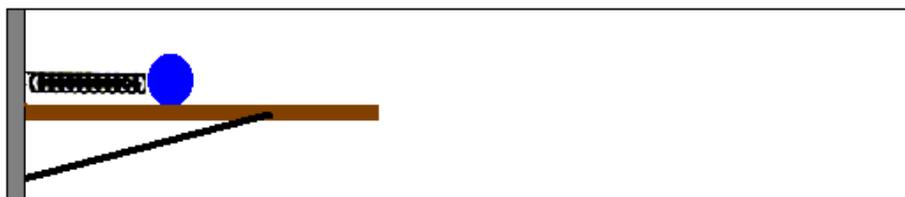
- 2) A figura a seguir representa o planeta rodeado pela atmosfera. Os pontos x, y e z se encontram, respectivamente: na crosta terrestre; a grande altitude, porém na camada atmosférica; fora da camada atmosférica.



A partir dessas informações, assinale V (verdadeiro) ou (F) falso para cada uma das seguintes afirmações, justificando a resposta:

- a) () A gravidade terrestre em y é menor que em x.
b) () A gravidade terrestre em z é zero.
c) () A gravidade terrestre nos três pontos é a mesma.
- 3) Suponha que toda atmosfera que rodeia a Terra desaparecesse totalmente, deixando o planeta rodeado pelo vazio. Nestas condições é correto afirmar que o valor da força da gravidade sobre a superfície terrestre:
- a) () diminuiria
b) () seria Zero
c) () não se alteraria
d) () não sei
- 4) Um astronauta na lua, com a Terra bem sobre sua cabeça, lança com a mão uma pedra verticalmente para cima. Assinale a opção que descreve o que acontecerá com a pedra.
- a) () Atingirá a Terra.
b) () Retornará ao solo da lua.
c) () Ficarà vagando no espaço.
d) () Outra. Explícite: _____

- 5) A figura representa um compartimento com um dispositivo, na superfície da Terra.



No interior do compartimento é feito vácuo. A bola é disparada horizontalmente por uma mola que é acionada por um observador, que se encontra fora do compartimento.

Descreva, com palavras ou figura, a trajetória da bola na situação exposta.

- 6) Um astronauta explorando o solo lunar analisa dois fragmentos de uma mesma rocha, verificando que o tamanho de um deles é aproximadamente três vezes maior que o do outro. Ele abandona, simultaneamente, os dois fragmentos de uma mesma altura. É correto afirmar que:
- os dois fragmentos alcançam o solo lunar ao mesmo tempo;
 - o fragmento maior alcança o solo primeiro;
 - o fragmento menor alcança o solo primeiro.

4.4 Sugestões para Exploração do Kit Experimental:

Antes da Realização do Experimento

Leia o texto ⁽¹⁰⁾ a seguir:

Galileu e a Queda dos Corpos

Em 1581 aos 17 anos, Galileu, influenciado por seu pai, retornou à sua cidade natal para estudar medicina na Universidade de Pisa. No entanto, a educação permanecia tradicional e inalterada, frente a uma nova era que se iniciava (a Renascença; as grandes navegações – novas terras e comércio; a hegemonia da Igreja rompida com Lutero e Calvino, etc). Em relação à natureza a filosofia de Aristóteles continuava a reinar.

Isto incomodava Galileu e, de modo irônico, provocava seus professores com certas perguntas, como por exemplo:

- Segundo Aristóteles, os corpos mais pesados caem mais rapidamente que os mais leves. Como pode ser, então, que as pedras de granizo caiam todas à mesma velocidade?

Como resposta do professor, Galileu ouvia, com desprezo, a explicação:

- Os granizos mais leves obviamente caem de uma parte mais baixa do céu.

Sem uma comprovação científica, Galileu afirmava que se dois corpos fossem abandonados de uma certa altura, o mais pesado não cairia primeiro.

Você acredita na afirmação de Galileu? Justifique sua resposta.

Na Realização do Experimento

Após uma rápida explicação sobre o funcionamento do kit experimental, disponibilize-o aos estudantes, permitindo que eles testem suas concepções sobre a queda dos corpos, deixando cair simultaneamente: bola de gude e bilha; pedaço de madeira e bola de gude; chumbo de pescaria com qualquer outro objeto; etc.

Indague-os sobre suas conclusões e, em seguida, solicite que eles utilizem o kit para deixar cair uma bolinha de isopor com qualquer um dos outros objetos.

Peça que apresentem uma explicação para o que observaram.

Após a Realização do Experimento

Introdução do modelo científico a partir de sua evolução histórica. As observações decorrentes do experimento auxiliarão os estudantes na compreensão dos limites do modelo – a influência da resistência do ar na queda dos corpos.

5) CONSTRUÇÃO E MONTAGEM DO KIT ⁽¹¹⁾:

5.1) Material:

- 1 placa de madeira de 20 cm x 15 cm x 2 cm;
- 1 pedaço de caibro de madeira de dimensões 20 cm x 8 cm x 4 cm;
- 2 blocos de madeira de 8 cm x 2 cm x 1 cm;
- 1 placa de eucatex, no formato de um losango de lado 7 cm (pode ser substituída por compensado de pequena espessura);
- 2 parafusos para madeira de aproximadamente 6 cm;
- pregos;
- 3 arroelas;
- 3 ganchinhos de metal, do tipo fechado;
- 1 garra (tamanho médio) para contato elétrico (jacaré);
- 1 ratoeira de metal tamanho pequeno;
- 25 cm de fio de algodão resistente;
- cola de madeira;
- cola de rápida secagem;
- bolas de gude de diferentes tamanhos;
- 1 cubo pequeno de madeira;
- chumbos de pescaria de diferentes massas;
- 1 bolinha de isopor.

5.2) Construção:

- Colar os blocos de madeira na placa, nas posições A e B indicadas na Figura 1_a.
- Colar o pedaço de caibro (c) nos blocos de madeira; e depois utilizar os parafusos para melhor fixação (Figura 1_b), de modo a obter uma estrutura de madeira, conforme a Figura 2.

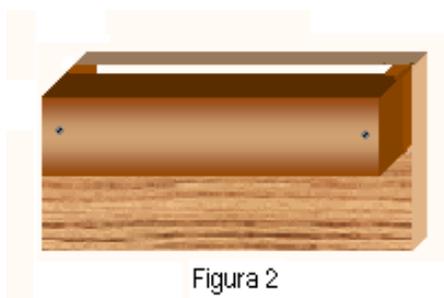


Figura 2

- Retirar da ratoeira a haste metálica H e a lâmina L, indicadas na Figura 3;

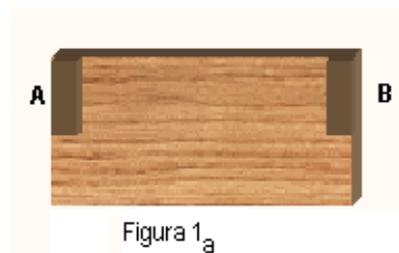


Figura 1_a



Figura 1_b

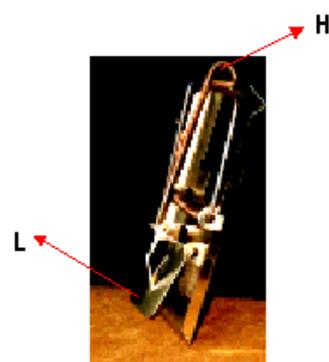


Figura 3

- Prender a ratoeira no bloco c, utilizando os pregos, de modo que ela fique na horizontal sob tensão (Figura 4_a);
- Aparafusar os ganchinhos e fixar com um prego fino a garra, nos pontos 1, 2 e 3 da estrutura de madeira, indicados na Figura 4_b;



Figura 4_a

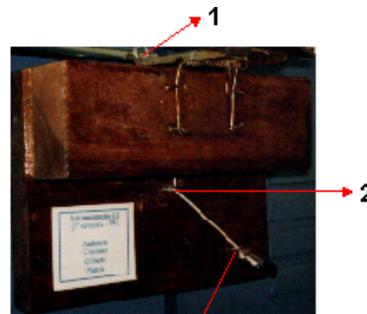


Figura 4_b

- Amarrar o fio no orifício da ratoeira de onde foi retirada a haste (H), passá-lo pelo ganchinho 2 e, em sua outra extremidade, amarrar uma arroela;
- Lixar levemente a superfície da ratoeira; colar sobre ela a placa de eucatex, que já deverá estar com duas arroelas coladas próximas às bordas da face de cima (Figura 5).



Figura 5

6) COMO FUNCIONA O KIT:

Puxe o fio e prenda-o na garra, fazendo com que a ratoeira fique tensionada horizontalmente. Coloque dois objetos de massas diferentes, um em cada arroela do losango; abra a garra e os dois objetos cairão simultaneamente. Este procedimento deverá ser repetido com os diferentes objetos (bolas de gude, chumbos de pescaria, cubo de madeira e bolinha de isopor) que compõem o kit.

7) SUGESTÕES PARA A AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM:

- 7.1) Suponha que Ícaro, durante seu vôo, ao passar pela Lua, tenha deixado cair, simultaneamente, uma pena de suas asas e uma pedra. O que chegaria primeiro ao solo lunar? Justifique sua resposta.
- 7.2) O que faz a Lua se manter girando ao redor da Terra?
- 7.3) Você já deve ter visto imagens de astronautas em espaçonaves rumo a outros planetas; você saberia explicar o porquê deles tenderem a flutuar quando livres?
- 7.4) Durante a execução da música **Astronauta** ⁽¹²⁾, faça a leitura dos versos da letra, transcrita a seguir.

Astronauta

Gabriell O Pensador/ Lulu Santos

Astronauta tá sentindo falta da Terra? **Que** falta que essa Terra te faz? A gente aqui embaixo continua em guerra **Olhando** aí prá lua implorando por paz **Então** me diz por que você quer voltar? **Você** não tá feliz onde você está? **Observando** tudo à distância **Vendo** como a Terra é pequenininha **Como** é grande nossa ignorância **E** como a nossa vida é mesquinha **A** gente aqui no bagaço, morrendo de cansaço **De** tanto lutar por algum espaço **E** você, com todo esse espaço na mão **Querendo** voltar aqui pro chão?! **Ah** não, meu irmão... qual é a tua? **Que** bicho te mordeu aí na lua?

Refrão: **Eu** vou pro mundo da lua **Que** é feito motel **Aonde** os deuses e deusas **Se** abraçam e beijam no céu

Ah não meu irmão... qual é a tua? **Que** bicho te mordeu aí na lua? **Fica** por aí que é o melhor que cê faz **A** vida por aqui tá difícil demais **Aqui** no mundo, o negócio tá feio **Tá** todo mundo feito cego em tiroteio **Olhando** pro alto, procurando salvação **Ou** pelo menos uma orientação **Você** tá perto de Deus, astronauta **Então**, me promete **Que** pergunta prá ele as respostas **De** todas as perguntas e me manda pela internet **Refrão:** **É** tanto progresso que eu pareço criança **Essa** vida de internauta me cansa **Astronauta**, cê volta e deixa eu dar uma volta na nave, passa a chave que eu tô de mudança **Seja** bem-vindo, faça o favor **E** toma conta do meu computador **Porque** eu tô de mala pronta, tô de partida **E** a passagem é só de ida **Tô** preparado prá decolagem, vou seguir viagem, vou me desconectar **Porque** eu já tô de saco cheio e não quero receber nenhum e-mail com notícia dessa merda de lugar **Refrão:** **Eu vou prá longe, onde não exista gravidade** **Prá me livrar do peso da responsabilidade** **De** viver nesse planeta doente **E** ter que achar a cura da cabeça e do coração da gente **Chega** de loucura, chega de tortura **Talvez** aí no espaço eu ache alguma criatura inteligente **Aqui** tem muita gente, mas eu só encontro solidão **Ódio**, mentira, ambição **Estrela** por aí é o que não falta, astronauta **A** Terra é um planeta em extinção.

Análise o trecho da letra da música sublinhado em azul. Substituindo a metáfora “peso da responsabilidade” pelo peso do próprio astronauta, existiria esse lugar? Justifique sua resposta.

7.5) Por que a poeira do solo lunar não forma nuvem de poeira, apesar de a força da gravidade ser pequena? ⁽¹³⁾

8) PROPOSTAS PARA O APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO:

O conteúdo – Gravitação Universal - está relacionado a temas atuais e de circulação na mídia que, na maioria das vezes, os alunos demonstram curiosidade e interesse em melhor compreendê-los. Dessa forma, a partir de uma bibliografia básica, incluindo sites da Internet, fornecida pelo professor, como proposta sugere-se a realização de trabalhos de pesquisa, por grupos de alunos, com a apresentação oral para a turma em um momento posterior, sobre os seguintes temas: Big Bang, comunicação via satélite (satélites geoestacionários) e viagens científicas para exploração de planetas do sistema solar.

Notas:

(1) Nova Enciclopédia Ilustrada Folha – A enciclopédia das enciclopédias. v. 2. Encarte das edições da Folha de São Paulo de março a dezembro de 1996. São Paulo: Empresa Folha da Manhã S. A. 1996. p. 769.

(2) Jornal Extra. Salto no espaço. 4 de julho de 2004.

- (3) Ciência e Tecnologia de Help! Sistema de Consulta Interativa. O Globo – mudando com a história do nosso tempo. São Paulo: Klick Editora. s/d.
- (4) Baseada no trabalho de ALMEIDA, Lucia da Cruz de, FORTES, Cláudio e INECCO, Humberto. *A música popular brasileira como recurso didático em aulas de física*. Apresentado no 13º COLE – Congresso de Leitura do Brasil, IV Encontro sobre Linguagens, Leituras e Ensino de Ciências. UNICAMP. 2001.
- (5) In: Os Paralamas do Sucesso. Compact Disc Digital Áudio *Os grãos*. EMI-ODEON. 1991.
- (6) QUESNEL, Alain. *A Grécia. Mitos e lendas*. Trad. MACHADO, Ana Maria. ed. 6. São Paulo: Editora Ática, 1996.
- (7) STRATHERN, Paul. *Galileu e o Sistema Solar em 90 minutos*. Trad. GEORDANE, Maria Helena. Coleção 90 minutos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 1999. p. 7-8.
- (8) PONCZEK, Roberto I. Leon. *Da Bíblia a Newton: uma visão humanística da mecânica*. In: Rocha, José Fernando M. (Org.). *Origens e evolução das idéias da física*. Salvador: EDUFBA, 2002. p. 83.
- (9) Disponível em: <<http://busca.uol.com.br/imagem>>. Acesso em: 28 julho 2004.
- (10) Adaptado a partir de: STRATHERN, Paul. *Galileu e o Sistema Solar em 90 minutos*. Trad. GEORDANE, Maria Helena. Coleção 90 minutos. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor. 1999. p. 11-12.
- (11) CANALLE, João Batista Garcia e OLIVEIRA, Inez Aparecida. *A Queda Simultânea dos Corpos – A Ratoeira da Queda Livre*. Caderno Catarinense de Ensino de Física. Florianópolis: UFSC, v.8, n. 2, 1991.
- (12) In: Gabriel O Pensador. Compact Disc Digital Áudio *Nádegas a Declarar*. Sony Music. s/d.
- (13) CARVALHO, Regina Pinto de. *Física do dia-a-dia – 105 perguntas e respostas sobre Física fora da sala de aula*. Belo Horizonte: Gutenberg, 2003. p. 86.