

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física – PPG em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física**

**O ENSINO DE ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES COM ÊNFASE NA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL**

Dissertação de Mestrado

Eliana Fernandes Borragini

**Porto Alegre
2016**

**Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Instituto de Física – PPG em Ensino de Física
Mestrado Profissional em Ensino de Física**

**O ENSINO DE ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES COM ÊNFASE NA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL**

Eliana Fernandes Borragini

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação da Prof^a. Dr^a. DANIELA BORGES PAVANI e co-orientação do prof. Dr. PAULO LIMA JUNIOR como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

**Porto Alegre
2016**

Eliana Fernandes Borragini

O ENSINO DE ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE
PROFESSORES COM ÊNFASE NA GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, sob orientação da Prof^a. Dr^a. DANIELA BORGES PAVANI e co-orientação do prof. Dr. PAULO LIMA JUNIOR como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 07 de novembro de 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Catelli (UCS)

Prof^a Dr^a Maria Helena Steffani (IF/UFRGS)

Prof. Dr. Alessandro Pereira de Pereira (PPGEnFis/UFRGS)

Prof^a Dr^a. Daniela Borges Pavani (Presidente) (PPGEnFis/UFRGS)

Para meu parceiro, meu amigo, meu amor, Cláudio Roberto Borragini.
Para meu pai (in memoriam), que, ao seu modo, sempre me apoiou e confiou
em mim.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho demarca o fim de um ciclo meio complicado de minha vida. Inúmeras pessoas me deram apoio e força ao longo desta empreitada, especialmente o meu marido, que sempre depositou e deposita a maior confiança em mim, o que me move a buscar ser sempre uma pessoa e uma profissional melhor do que penso que sou. A ele meu agradecimento, meu amor e minha admiração.

Agradeço a amigas que souberam me incentivar e me “puxar as orelhas” sempre na medida certa, e no momento certo, especialmente à Aninha Lúcia – amiga e alma irmã, Magda – minha filha postiça, Aninha – minha irmã e amiga, Pati – minha mini irmã, mesmo sem que eu me manifestasse, sempre absorvi o seu carinho e apoio.

Agradeço à minha mãe, que em sua ingenuidade e carinho, sempre orou e ora por mim e pelo meu sucesso.

Agradeço aos colegas de trabalho que sempre torceram por me ver concluir esta etapa, em especial Marla, Jaque e Yuri, meus físicos do coração e Gisele, minha Química de estimação.

Agradeço aos professores que me inspiraram desde a época da graduação e têm feito parte da minha formação, com integridade e firmeza, mas também com muito carinho. Dentre estes destaco Eliane Veit, Rolando Axt e Vitória Elnecave Herscovitz.

Agradeço aos meus colegas de mestrado, que, sinto, foram e são tão importantes nos momentos difíceis que se tornaram quase irmãos! Preciso dentre estes destacar: o Eduardo, que também foi meu aluno e tenho muito orgulho disto, a Madge, minha parceira na representação feminina, mas um exemplo de dedicação e competência e o Jan, meu parceiro de diversas atividades de aula.

Aos meus orientadores, o que dizer? Adoro vocês e agradeço pela paciência, compreensão, diálogos à distância, orientação, desorientação (risos) e em

especial pelo apoio e confiança na minha competência e capacidade... Foi muito importante neste trajeto poder contar com a experiência de vocês, que é diferente da minha e que, por isto, tanto tem contribuído para o meu crescimento pessoal e profissional.

A todos estes que citei, mas também aos que não citei, MUITÍSSIMO Obrigada!!!

RESUMO

Neste trabalho relata-se a produção de um conjunto de oficinas, com foco na formação continuada de professores, mas também com o objetivo de atingir leigos interessados no assunto: Gravitação Universal. As oficinas foram ministradas como parte do OEI – Observatório Educativo Itinerante, em cinco módulos distintos mas relacionados. As atividades foram elaboradas à luz das ideias de Lev Vygotsky, sob uma perspectiva sociocultural da construção do conhecimento. O foco das atividades reside na evidenciação de processos de construção dos modelos explicativos para os movimentos do Sistema Solar e as interações gravitacionais entre os principais astros. As reflexões decorrentes da aplicação das atividades aponta: (1) que o material é versátil e utilizável em diferentes contextos; (2) os assuntos abordados em especial nos módulos 1 e 2, devido a sua complexidade conceitual, exigem mais tempo do que o inicialmente previsto; (3) as atividades podem ser extraídas do contexto da produção e utilizadas independentemente, desde haja uma contextualização inicial, (4) um diferencial em relação a outras produções similares, é que contém discussões detalhadas sobre o que se pode esperar como resultados e por quê, visando a auxiliar professores com lacunas em sua formação; e (5) a utilização do referencial mostrou-se adequada e produtiva, pois propiciou reflexões e identificação de caminhos explicativos tanto na elaboração do material quanto na análise das concepções dos participantes.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Gravitação Universal; Abordagem Sociocultural.

ABSTRACT

This study is about the production of a set of workshops focusing on Continuing Education for teachers and aiming to achieve general people who are interested in Universal Gravitation. Workshops were carried out as part of the Itinerant Educational Observatory (OEI) in five distinct sections which were related to each other. Activities were formulated based on Lev Vygotsky's ideas through a sociocultural perspective of knowledge construction. The focus of activities is the disclosure of construction processes of explanatory models for the solar system motions and the gravitational interaction among main stars. Reflections resulting from the implementation of activities show that (1) material is versatile and useful in different contexts; (2) subjects addressed - mainly in modules 1 and 2 - require more time than the originally planned due to notion complexity; (3) activities can be extracted from production context and used independently since there is initial contextualization; (4) divergence regarding other similar productions is that they contain detailed discussions on why and what can be expected as results attempting to help teachers with educational gaps; and (5) references proved to be satisfactory and productive since they led to reflection and explanatory path identification in both preparation of material and analysis of participants' conceptions.

Keywords: Astronomy Education; Universal Gravitation; Sociocultural Approach.

SUMÁRIO

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	5
RESUMO	7
ABSTRACT	8
SUMÁRIO	9
1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E REFERENCIAL TEÓRICO	7
2.1 Revisão Bibliográfica	7
2.2 Referencial Teórico	22
3. DELINEAMENTO DO TRABALHO	32
3.1 Proposta: Oficinas sobre Gravitação Universal e assuntos relacionados	32
3.2 De Kepler a Newton	36
3.3 A Constante de Gravitação Universal e o Campo Gravitacional Terrestre	40
3.4 Lançamento de foguetes e velocidade de escape	42
3.5 Órbitas e sensações gravitacionais	46
3.6 Influências e percepções da Lua a partir da Terra	56
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.1 Módulo 1	60
4.2 Módulo 2	74
4.3 Módulos 3 e 4	83
4.4 Módulo 5	92

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	100
REFERÊNCIAS	102
ANEXOS	1
ANEXO 1	2
Folder de divulgação da oficina	2
ANEXO 2	4
Questionários para levantamento de ideias respondidos pelos participantes	4
ANEXO 3	57
Produto	57

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

O conteúdo de Astronomia, no contexto escolar, não constitui uma disciplina curricular, porém diversos conceitos e fenômenos desta área do conhecimento são abordados em diferentes disciplinas curriculares, como a geografia, a filosofia, a Física e as ciências, entre outras.

Mesmo que conteúdos relacionados à Astronomia estejam recomendados nos PCNs (BRASIL, 1998, 1999), tanto para o Ensino Médio quanto para o Ensino Fundamental, sua abordagem nem sempre é efetiva. É o que demonstra a pesquisa na área de Educação em Astronomia, que vem crescendo significativamente nos últimos anos, conforme apontam levantamentos realizados por Langhi e Nardi (2009, 2012). Muitos professores esquivam-se de abordar estes conteúdos por carência de formação na área, outros arriscam-se mesmo sem ter tido esta formação, o que muitas vezes pode gerar a propagação de concepções sobre conceitos e fenômenos da Astronomia que são inconsistentes com a forma explicativa utilizada nesta ciência atualmente. Neste sentido Dias e Santa Rita (2008) apresentam um levantamento realizado entre alunos concluintes do Ensino Médio sobre concepções básicas em Astronomia, como estações do ano e formação do dia e da noite, identificando diversos equívocos recorrentes.

Os trabalhos que vêm sendo publicados envolvem diferentes enfoques, como a utilização de tecnologias e recursos virtuais (eg., LONGHINI e MENEZES, 2010; MARTINS, GODOI e MASCARENHAS, 2010), o relato de aplicações de atividades práticas em sala de aula (DARROZ et al. 2012; MARTINS e LANGHI, 2012; NOGUEIRA e CANALLE, 2009), a necessidade de intensificar e qualificar cursos de formação inicial e de formação continuada para professores da escola básica (LEITE e HOSOUME, 2007; LANGHI e NARDI, 2005), destacando a urgência na implantação de cursos de formação continuada em Astronomia para professores de ciências.

Com o advento do ano internacional da Astronomia, em 2009, as iniciativas em prol da qualificação do ensino e da educação nesta área de conhecimento se

multiplicaram e receberam diversos incentivos para ações de formação inicial, continuada e de divulgação e enculturação científica.

Grande número dos trabalhos realizados com esta finalidade são voltados a conteúdos que fazem parte principalmente do ensino de nível fundamental, como estações do ano, dia e noite, fases da Lua, entre outros. Os conteúdos que normalmente são abordados no Ensino Médio (basicamente Leis de Kepler e Gravitação Universal) têm sido abordados em trabalhos deste tipo com menos frequência, mas não com menos empenho.

Uma das ações relevantes a ser destacada, e já consolidada há mais de 15 anos, é o programa de extensão denominado Observatório Educativo Itinerante (OEI) – Ensino, Divulgação e Alfabetização Científica através da Educação em Astronomia e Ciências, coordenado por docentes do departamento de Astronomia do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e executado por uma grande equipe colaborativa, composta por docentes de Universidades gaúchas, Institutos Federais Tecnológicos gaúchos e catarinenses, docentes das redes pública municipal e estadual do Rio Grande do Sul e por graduandos de diferentes cursos. O OEI consiste em um programa de educação científica e popularização da ciência voltado a educadores, educadoras e estudantes da Educação Básica, e público em geral. Tem como tema motivador a Astronomia e as Ciências Naturais. As ações são realizadas por meio de cursos de capacitação, de formação continuada e de ações de divulgação itinerantes, que privilegiam os municípios do interior dos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, promovendo a educação e a popularização científica e tecnológica, integrando ações de ensino, pesquisa e extensão de forma articulada e integrada às comunidades interna (acadêmica) e externa (escolas e público em geral).

A perspectiva de trabalho do OEI considera a distinção entre crenças populares e o conhecimento científico, levando em conta que ambas as formas de conhecimento são construções humanas, cada uma enquadrada nos seu contexto de diferentes fazeres cotidianos.

Índices que justificam ações nesta área podem ser encontrados, por exemplo, nos dados do Ministério da Educação (MEC), segundo o qual a evasão escolar, em 2005, atingiu 6,9% de estudantes no Ensino Fundamental e 10% no Ensino Médio (3,2 milhões de crianças e jovens). Em 2007, 2,9 milhões de estudantes abandonaram as aulas num ano e retornaram no seguinte, engrossando outro índice preocupante: o da defasagem entre idade e série. Os dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2011 revelam que a quantidade de adolescentes de 15 a 17 anos longe dos bancos escolares aumentou de 1.479.000 em 2009 (14,8% dessa população) para 1.722.000 (16,3% dos 10,5 milhões de jovens). Ao lado disso, apesar do avanço na universalização do acesso ao Ensino Médio, apenas metade dos estudantes consegue finalizar sua formação média. Segundo dados do IBGE (2012), 20,4% dos brasileiros com mais de 15 anos não consegue participar de todas as atividades em que a alfabetização é necessária.

Mesmo com tanto tempo de consolidação e com diversas ações de sucesso, a grande maioria das atividades realizadas dentro do programa OEI segue a tendência das publicações na área, abordando conceitos e fenômenos que fazem parte do currículo do Ensino Fundamental. Em vista deste contexto, a produção aqui apresentada é justamente um conjunto de oficinas voltadas para o ensino das Leis de Kepler e da Gravitação Universal.

Tanto nos tópicos de Ensino Médio como de Ensino Superior são encontradas nas publicações da área diversas concepções que divergem das construções da ciência. Uma vertente das pesquisas atribui a gênese destas concepções à forma e aos instrumentos utilizados no ensino da Astronomia, em especial no ambiente escolar. Nesta visão, as concepções alternativas consistem em uma construção social, mediada por instrumentos, signos e linguagens muitas vezes equivocadas quando comparadas às concepções científicas aceitas hoje. As explicações e conceitualizações construídas neste contexto são apropriadas pelos indivíduos e passam a fazer parte de seus processos mentais, constituindo o seu conhecimento. Porém, nem sempre há coerência ou linha

única de explicação, o que quer dizer que o conhecimento é fortemente influenciado pelo contexto e composto por elementos que podem ser independentes entre si (no capítulo sobre o referencial teórico esta linha de abordagem será melhor desenvolvida e exemplificada).

Concebendo esta linha de abordagem, a produção aqui apresentada está fundamentada sob a perspectiva das ideias de Vygotsky. O objetivo não é realizar uma pesquisa na área para comprovar ou descartar as hipóteses sobre a construção do conhecimento individual e sociocultural, mas fundamentar as ações e atividades propostas à luz deste referencial. Assim, considera-se que todo o conhecimento existe primeiro fora do indivíduo (no plano social, intermental) para que, posteriormente, possa emergir como conhecimento individual (intramental). Portanto, todas as formas superiores de conhecimento emergem, em última análise, da interação social, com a vasta utilização de instrumentos e signos. Para que o conhecimento possa evoluir faz-se necessária uma rede de ações, como fala e utilização de instrumentos mediadores, de forma a desenvolver as funções mentais superiores.

A literatura também recomenda que as concepções dos indivíduos e dos grupos de trabalho sejam evidenciadas para favorecer seu processo de transformação. É preciso provocar o indivíduo a explicitar, pelo falar ou pelo escrever, ou ainda pela utilização de ações e gestos simbólicos, o que e como ele pensa, qual é a sua explicação de fenômenos ou significação dos conceitos abordados. A explicitação auxilia a tomada de consciência das próprias ideias, o que pode promover a intencionalidade de modificar estas ideias. Não se trata de retomar aqui o modelo clássico de mudança conceitual nem de presumir que o aprendizado estaria preferencialmente baseado no reconhecimento, pelo aluno, do limite lógico e empírico das suas concepções. Trata-se de reconhecer que a ação humana é fundamentalmente intencional e que levar o aluno a tomar consciência dos gêneros explicativos empregados por ele pode ser fundamental para que ele se perceba como um agente da sua própria transformação. Sem essa tomada de consciência, acredita-se que a evolução de ideias e modelos

explicativos seja menos provável, ou que ocorra sem todas as suas qualidades desejáveis.

A possibilidade de essas ações ocorrerem também é influenciada pelo contexto, pelas formas de abordagens e pelos aspectos motivacionais e afetivos – o indivíduo precisa estar se sentindo confortável para expor suas explicações e compartilhá-las com outros indivíduos. É, portanto, essencial um ambiente de trabalho acolhedor e isento de críticas que não sejam construtivas.

É claro que o material instrucional produzido só pode conter as sugestões de atividades. A forma de sua utilização caberá sempre à comunidade que o emprega, pois depende da mente e das emoções dos indivíduos, das suas formas típicas de organização para o trabalho, das relações interpessoais que estabelecem. Porém, mesmo fazendo essas considerações, espera-se que o instrumento mediador cumpra um papel decisivo na estrutura da atividade e nas construções conceituais do indivíduo.

O produto educacional desta dissertação consiste em um material de apoio ao professor com tarefas propostas e com comentários detalhados sobre a realização de cada uma destas tarefas, tanto quanto aos objetivos como quanto ao que esperar dos resultados possíveis.

O tema, como já dito, é a Gravitação Universal. O enfoque proposto tem como objetivo esclarecer aspectos históricos e metodológicos de medidas e elaboração dos modelos explicativos relacionados à construção das Leis de Kepler e da Lei da Gravitação Universal. Destaca-se as limitações e possibilidades que permitiram a determinação dos raios e dos períodos das órbitas e que levaram à elaboração destas leis. Os conteúdos e conceitos foram distribuídos em cinco módulos de trabalho. O primeiro refere-se às Leis de Kepler; o segundo, à Lei da Gravitação Universal; o terceiro envolve aspectos de situações e aplicações destes conhecimentos, buscando elucidar algumas concepções sociais sobre sensações gravitacionais e possibilidades e impossibilidades da ciência, mediante análise e discussão de cenas de diversos filmes de ficção científica; o quarto envolve

aplicações mais técnicas da Lei da gravitação universal, como o lançamento de foguetes e como colocar satélites em órbitas estáveis; o quinto e último aborda as interações gravitacionais entre Terra, Lua e Sol, bem como efeitos decorrentes destas interações e mitos e crenças a respeito das influências dos componentes deste sistema.

No capítulo que segue, primeiramente é feita uma revisão bibliográfica sobre concepções alternativas e conceitos de Astronomia apresentados em diversos trabalhos da pesquisa em ensino e educação em Astronomia, em Física e em ciências. O capítulo não pretende esgotar o tema ao longo desta revisão, mas traçar um panorama sobre tendências e resultados da pesquisa na área, que possam nortear e fundamentar a forma de atuação e os conteúdos escolhidos neste trabalho. A segunda parte do capítulo é dedicada a traçar a fundamentação da concepção da proposta, sob uma perspectiva que pretende ser sociocultural, fundamentada nas ideias de Vygotsky e de pesquisadores em educação que utilizam e reinterpretem estas ideias.

No capítulo 3 são apresentados os conteúdos abordados com detalhe em cada módulo elaborado, bem como as atividades propostas e considerações sobre sua aplicação.

No capítulo 4 é apresentada extensa reflexão sobre a primeira aplicação do material, com base nas respostas obtidas para as questões de levantamento de ideias e no andamento das atividades em cada módulo.

No capítulo 5 apresenta-se uma reflexão sobre as possibilidades e dificuldades identificadas na execução do trabalho e considerações sobre a usabilidade do material produzido, em diferentes contextos e formas de ensino.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA E REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Revisão Bibliográfica

Em uma palestra denominada *Astronomia por quê e não para quê*, apresentada no 2º Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, que ocorreu em julho de 2012, o professor Luis Carlos de Menezes, em outras palavras, disse que a Astronomia é como uma sobremesa, não precisamos dela para viver, mas ela torna a vida muito mais saborosa. O encantamento e as possibilidades de tecer entrecruzamento de áreas de conhecimento, propiciados pela grande área de conhecimento que é a Astronomia, são realmente fascinantes. Este já seria um belo motivo para abordar possibilidades de inserção deste tema na escola básica de forma significativa. Mas, além deste fascínio, há também diversos indicadores encontrados em trabalhos e pesquisa na área de Ensino e educação em Astronomia, que podem ratificar a importância e a riqueza propiciados por esta bela ciência, nos mais diversos níveis e formas de ensino.

À revelia destas características positivas, há muitos problemas para que possa ser efetivada uma abordagem qualificada dos temas de Astronomia na escola, conforme apontam, por exemplo, Leite e Housume (2007), ao traçarem um perfil de dificuldades e equívocos na formação de professores que atuam na escola:

[...] Não é surpreendente que os professores do Ensino Fundamental tenham receio de levar Astronomia para a sala de aula, sentindo-se incapazes de suprir as expectativas tanto suas quanto de seus alunos. Aqueles que se aventuram, apegam-se aos conteúdos dos livros didáticos. Estes professores pouco sabem sobre os conceitos científicos envolvidos nos estudos sobre as estrelas, galáxias, o Universo, ou até mesmo sobre o Sistema Solar, pois, em sua formação, conhecimentos dessa natureza não fizeram parte do currículo escolar. Já o livro didático do Ensino Fundamental, que normalmente é fonte de conhecimento para eles, apresenta os conteúdos fragmentados, pouco profundos, quando não errôneos, e, ainda, insuficientes para a explicação das muitas questões veiculadas pelos meios de comunicação (LEITE e HOUSUME, 2007, p.48).

O enfoque deste artigo é dirigido especialmente ao Ensino Fundamental, mas os problemas são extensíveis ao Ensino Médio, como indica o trabalho de Dias e Santa Rita (2008), no qual apresentam uma proposta de inserção de uma disciplina de Astronomia no Ensino Médio, convergente os PCNs e PCN+. Como argumento principal, é discutido o resultado da aplicação de um questionário de cinco questões objetivas, englobando estações do ano, órbitas de planetas e cometas, 3ª lei de Kepler, a teoria do Big-Bang e a constituição do Sol. Os resultados do questionário, aplicado em turmas de 3º ano, demonstram que os conhecimentos básicos a respeito destes temas, para estudantes egressos do Ensino Médio fica muito aquém do desejável.

O problema não ocorre apenas no Brasil, nem a busca por soluções. Numa visão global, Langhi e Nardi (2012) traçam um panorama mundial indicando como têm se desencadeado os esforços para a melhoria do Ensino de Astronomia em diversos países, apresentando ações, projetos, associações, eventos e revistas criados em prol do avanço da ciência e do ensino de Astronomia, desde o século XIX até os dias atuais. A partir deste trabalho, é possível compreender a dificuldade do avanço e, ao mesmo tempo, os esforços para que seja consolidado um ensino de ciências e, em especial, da Astronomia, de forma qualificada, interessante e significativa. É importante citar que os eventos sobre educação em Astronomia se iniciaram apenas nas últimas décadas do século XX, porém desde o início do século XXI vêm aumentando significativamente os espaços de discussão nesta área.

A exemplo do que ocorre no mundo, também no Brasil estes esforços têm se ampliado. Pode-se traçar, em especial, a criação do SNEA – Simpósio Nacional de Educação em Astronomia, em 2011, como um importante evento com foco exclusivo nesta área, e a RELEA – Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, com sua primeira edição em 2004. É claro que, em eventos e revistas bem mais antigos e consolidados de Ensino de Física, como o EPEF – Encontro de pesquisa em Ensino de Física, o SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de

Física, a Revista Brasileira de Ensino de Física e o Caderno Brasileiro de Ensino de Física, continham publicações relativas à área, mas não como foco principal.

Neste cenário de sucessivos esforços em prol do ensino e da educação em Astronomia, outras pesquisas também demonstram que há um significativo crescimento nas publicações de artigos, dissertações e teses nesta área, convergindo com as ações mundiais citadas anteriormente.

Em especial, pode-se destacar a pesquisa feita por Iachel e Nardi (2010) sobre a frequência de publicações relacionadas à Astronomia, o perfil acadêmico dos pesquisadores, as abordagens utilizadas e os objetos de estudo ou os conteúdos pesquisados, de 1990 a 2008. São estas as tendências destacadas:

- O número de publicações relacionadas à Astronomia cresceu nas últimas décadas, o que demonstra uma gradativa consolidação da área.
- O número de pesquisadores da área de Educação e Ensino de Ciências que se dedica a estudar essa temática também cresceu desde 2000.
- As abordagens que envolvem experimentação, além daquelas sobre formação de professores e levantamento de concepções alternativas relacionadas à Astronomia, mostram, mais uma vez, o interesse da área de Educação e Ensino de Ciências pelo Ensino de Astronomia.
- Os conteúdos são diversificados, fato considerado importante para a consolidação da área de Ensino de Astronomia.

Ainda é interessante destacar o trabalho de Langhi (2011), que apresenta uma revisão bibliográfica sobre as *concepções alternativas* relacionadas ao tema Astronomia, indicando artigos desde a década de 70, que define como o marco das pesquisas nesta linha. A organização por ele apresentada também permite identificar que há um crescente número de publicações nas últimas décadas, embora seu principal enfoque seja a respeito das concepções prévias sobre fenômenos e conceitos relacionados à Astronomia. Estas concepções alternativas (VIENNOT, 1979), são também chamadas de *concepções espontâneas* (CACHAPUZ et al, 2005) *representações e crenças* (SAUJAT, 2004 – França e

países anglo-saxões) e, ainda, *concepções espontâneas, conceitos intuitivos, ideias ingênuas, concepções prévias, e pré-conceitos* (TEODORO, 2000). Neste trabalho será utilizado o termo *concepções prévias*. É importante levar em consideração as concepções prévias dos estudantes para que se possa identificar suas habilidades potenciais, facilitando a assimilação e a significação dos conceitos. No capítulo sobre a fundamentação nas ideias de Vygotsky será abordado este tema com maior detalhe.

Em vista destes trabalhos, como consequência, surgem inúmeros esforços de inserção dos conteúdos de Astronomia na escola básica, tanto em nível fundamental, como médio. Isso traz a necessidade de inserir também disciplinas de Astronomia e de Ensino de Astronomia em cursos de nível superior, pós graduação e de formação continuada, para a capacitação dos docentes.

Neste sentido, encontram-se os argumentos trazidos por Langhi e Nardi (2009), que traçam um panorama nacional sobre a inserção de temas relacionados à Astronomia desde a escola básica fundamental até os níveis superiores de ensino, incluindo extensão universitária e programas de popularização da ciência. Contudo, nos cursos de formação de professores, a disciplina de (ensino de) Astronomia costuma ser inexistente ou oferecida como optativa. Sobre as situações de ensino em diversos níveis apontam:

Este tipo de ação unificadora e articuladora [...], coloca-se em favor do desenvolvimento da educação em Astronomia e de sua pesquisa, e justifica-se pelo fato desta ciência desenvolver o importante papel em promover, no público, o interesse, a apreciação e a aproximação pela ciência em geral, pois normalmente surgem questões de interesse comum que despertam a curiosidade das pessoas, tais como buracos negros, cosmologia e exploração do Sistema Solar, levando-as ao ensino da Astronomia, seja ele formal, informal ou não-formal (LANGHI e NARDI, 2009, p.8).

Para Caniato (1974, apud LANGHI, 2009), há diversas razões para introduzir a Astronomia como um dos meios para o processo ensino-aprendizagem. Em especial destacam-se:

- a diversidade dos problemas e métodos que promovem o desenvolvimento de habilidades úteis a todos os ramos do saber;
- a visão global do conhecimento humano que propicia em relação ao Universo;
- a oportunidade de compreender a construção e a evolução de modelos explicativos da ciência;
- a possibilidade da realização de tarefas e atividades ao ar livre, sem necessidade de equipamentos ou laboratórios onerosos;
- a noção do quão pequeno o homem é perante o universo, mas, ao mesmo tempo, a capacidade de desvendá-lo pela sua inteligência;
- por fim, o efeito motivador e prazeroso de entender um pouco do Universo em que vivemos.

Percebe-se que estes motivos são recorrentes em diversos trabalhos que prezam pela melhoria do ensino de Astronomia.

Em sua dissertação Teodoro (2000) apresenta uma extensa análise de concepções alternativas a respeito da atração gravitacional a partir de artigos como o completo levantamento realizado por Pfundt e Duit (1994), em diversos campos da Física, mas também de Química e Biologia. Sobre as concepções a respeito da forma da Terra, recebem destaque os trabalhos de Nussbaum e Novick (1976); Mali e Howe (1979); Baxter (1989); entre outros. Sobre a queda dos corpos cita Whitaker (1983) e Nardi (1989).

Além disto, Teodoro (2000) mostra argumentos consistentes sobre a utilização da história da ciência na abordagem dos conteúdos científicos, enfatizando que a abordagem histórica pode ser uma importante aliada na superação das concepções alternativas trazidas pelos estudantes, desde que seja trabalhada de forma significativa, com discussões reflexivas sobre a evolução do conhecimento e suas causas, e não meramente uma apresentação de datas, fatos e “heróis da ciência”. A respeito disso, o autor destaca:

[...] História da Ciência pode mostrar em detalhe alguns momentos de transformação profunda de uma ciência e indicar quais foram as relações

sociais, econômicas e políticas que entraram em jogo, quais foram as resistências à transformação e quais setores trataram de impedir a mudança. Essa análise pode fornecer as ferramentas conceituais para que os alunos compreendam a situação atual da ciência, sua ideologia dominante e os setores que a controlam e que se beneficiam dos resultados da atividade científica (Gagliard e Giordan, 1986, p. 254).

Especificamente Langhi e Nardi (2007) discutem diversos erros conceituais no ensino de Astronomia quanto a:

- Estações do ano: embora sejam principalmente atribuídas às diferentes incidências de luz do Sol em virtude da inclinação de seu eixo de rotação, em relação ao plano da órbita em torno do Sol, persiste o erro de considerá-las decorrentes das diferentes distâncias da Terra ao Sol ao longo do ano.
- Lua e suas fases: As fases da Lua são decorrentes da sua posição em relação à Terra, em função da face iluminada pelo Sol – dependendo de sua posição pode-se observar toda a face iluminada (cheia), apenas metade da face iluminada (quarto crescente e quarto minguante), não se observa a Lua à noite, apenas durante o dia (nova), e, é claro, todas as visualizações (ou fases) intermediárias. A literatura indica que muitas pessoas atribuem estas fases à sombra da Terra na Lua, confundindo-as com espécies de eclipses. Também acreditam que há apenas estas 4 fases principais, e que elas duram aproximadamente sete dias.
- Movimentos e inclinação da Terra: quanto aos movimentos, muitos livros afirmam que a Terra apresenta dois tipos de movimento – rotação e translação, porém sabe-se que ela descreve um movimento que pode ser decomposto em diversas componentes. Sobre a inclinação do eixo de rotação, há o problema da falta de especificação: o eixo é inclinado em $23,5^\circ$ em relação a quê? É preciso informar que esta inclinação do eixo de rotação é relativa à linha perpendicular ao plano da órbita descrita pela Terra em torno do Sol.
- Representação de constelações: os principais equívocos apresentados sobre constelações referem-se a acreditar que uma constelação é um grupo

restrito de estrelas próximas, e que constituem aquela figura que, na nossa cultura ocidental, é representada por algum ente ou ser mitológico, como Órion ou Escorpião. Na verdade as estrelas constituintes de uma constelação podem estar (e em geral estão) extremamente afastadas umas das outras, inclusive a distâncias bastante diferentes em relação à Terra. Além disso, cada constelação é considerada, na verdade, uma região do céu, onde se encontra aquele conjunto que forma a figura mitológica que lhe dá o nome – todas as estrelas dentro daquela região do céu, inclusive as não visíveis a olho nu, constituem a constelação.

- Estrelas: muitos creem que as estrelas se encontram distribuídas entre planetas, e que são bem pequenas, da forma que se vê no céu à noite. Pessoas com esta concepção, em geral, não percebem que o Sol é uma estrela, é a mais próxima da Terra e que todas as outras encontram-se muito além do Sistema Solar.
- Dimensões dos astros no Sistema Solar: aqui os problemas destacados são inúmeros, desde a crença de que as linhas usadas para representar as órbitas são reais e são como trilhos nos quais cada planeta desliza, até a dificuldade de compreender que, em uma figura ilustrativa contida em uma página de livro, não seria possível representar todos os planetas em tamanhos e distâncias ao Sol proporcionais às reais em uma mesma escala – os livros deveriam referenciar que a escala não é correta ou não é a mesma! Além disto em função deste tipo de representação, muitos desconhecem a relação entre os diferentes tamanhos dos astros do nosso Sistema Solar, acreditando, por exemplo que todos os planetas têm tamanhos parecidos, ou que o Sol, a Lua e a Terra têm dimensões similares. Outro problema recorrente é o formato das órbitas dos planetas, que são, muitas vezes, representadas com uma excentricidade totalmente fora da realidade – a excentricidade das órbitas dos planetas em nosso sistema planetário é tão pequena que, se formos representa-las fielmente, parecerão mais círculos do que elipses.

- Número de satélites e anéis em alguns planetas: muitos materiais apresentam informações desatualizadas sobre quantidades de satélites naturais no nosso Sistema Solar. No citado trabalho Langhi e Nardi destacam que, até o momento da revisão do artigo, o número de satélites naturais de cada planeta era: Terra: 1; Marte: 2; Júpiter: 63; Saturno: 56; Urano: 27; Netuno:13. Além disto, é comum acreditar que o único planeta com anéis é Saturno, desconhecendo que Júpiter, Urano e Netuno também os possuem, embora não sejam diretamente visíveis em telescópios terrestres.
- Pontos cardeais: um dos problemas é confundir regiões com pontos cardeais – o Sol nasce no quadrante leste, mas apenas nasce no ponto cardeal leste dois dias por ano, nos dias de equinócio. A forma de localização dos pontos cardeais apresentada em muitos livros é, portanto, equivocada.
- Aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia: neste aspecto os equívocos estão intimamente relacionados com a concepção errônea de que a ciência está acabada e que as “descobertas científicas” são obtidas em consequência da utilização de um método científico rígido e único, composto de *passos sequenciais que começa com a observação e culmina em uma conclusão ou descoberta genial*. A ciência é construída por seres humanos criativos:

[...] Nem o mais puro e ingênuo cientista observa algo sem ter a cabeça repleta de conceitos, princípios, teorias, os quais direcionam a observação; assim, é um erro pensar que o método científico começa na observação. [...] A Ciência é viva e cresce basicamente por reformulações de conhecimentos prévios, pois há crises, rupturas, profundas remodelações nessas construções, de modo que modelos e conhecimentos científicos aceitos hoje podem ser ultrapassados amanhã. (LANGHI e NARDI, 2007, p. 13)

Como se pode perceber por estes apontamentos, a gama de possibilidades – e erros reincidentes – em torno do ensino de Astronomia é extensa. Faz-se necessário selecionar um tópico de cada vez para a execução do trabalho.

Em vista deste contexto de busca por melhorias e da necessidade de formação continuada de professores, visando a qualifica-los para a execução de atividades de ensino de Astronomia na escola, escolheu-se o tema Gravitação Universal para o desenvolvimento desta dissertação. Um dos principais motivos desta escolha refere-se ao fato de que é um conteúdo que faz parte do currículo de Física para o Ensino Médio, e que, muitos professores deixam de lado por não terem conhecimento satisfatório sobre o mesmo.

Outro motivo, não menos importante, refere-se ao fato de que um grande número de artigos nas áreas de educação e ensino de Astronomia envolvem principalmente temas abordados no Ensino Fundamental, como estações do ano, Sistema Solar, fases da Lua, entre outros. Muitos dos artigos sobre concepções prévias também estão relacionados a estes temas, e as Leis de Kepler e a Gravitação Universal não são contemplados com a mesma frequência.

A seguir apresentam-se alguns exemplos de trabalhos com este foco e que trazem contribuições interessantes.

O primeiro exemplo que se traz é o trabalho de Nardi e Carvalho (1996), no qual foram entrevistados 45 estudantes entre 6 e 17 anos de idade. O tema geral foi a construção e a evolução da noção de campo de força, com uma abordagem mais específica para o campo gravitacional. As concepções inicialmente destacadas referem-se à forma como a Terra, as pessoas e “o céu” se distribuem. As concepções foram organizadas em quatro categorias, indo desde a Terra plana com o céu posicionado acima e paralelo à superfície da Terra, geralmente entre os estudantes mais novos, e a Terra esférica cercada pelo céu com as pessoas vivendo em sua superfície. Este último modelo predominantemente entre os estudantes mais velhos. Um dos resultados decorrentes é que muitas vezes o termo *gravidade* é utilizado sem que se tenha noção de sua origem ou significado, e que entre os estudantes mais novos pode ser infrutífero utilizar este termo. Outro resultado interessante é a dificuldade em conceber a necessidade de uma força atrativa para o centro do planeta, recorrendo à necessidade de um *chão*, dentro ou fora do planeta. Dentre a concepção mais avançada encontra-se a

dificuldade de compreender o alcance do campo gravitacional, sendo muitas vezes relacionado ao fim da atmosfera terrestre. Nardi e Carvalho (ibidem) citam em especial o trabalho de Nussbaum e Novick (1979), que apresenta resultados bastante semelhantes quanto à forma da Terra e a concepção de chão em evolução.

O trabalho de Dias, Santos e Souza (2004) apresenta um texto com enfoque histórico sobre a evolução da concepção de gravidade, desde Aristóteles, com os quatro elementos e o lugar natural de cada um, passando por Kepler e Galileu, entre outros, até a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton, com algumas interpretações e concepções contemporâneas a ele. Neste artigo é apresentado também um levantamento preliminar das concepções de estudantes do Ensino Médio, com reaplicação após a realização da atividade com o texto produzido. O levantamento indica que o texto auxiliou na compreensão de algumas questões, porém ainda o alcance do campo gravitacional e estados de imponderabilidade não foram satisfatoriamente apreendidos.

Freire Jr, Matos Filho e Valle (2004) apresentam a Proposição IV do Livro III dos Princípios Matemáticos da Filosofia Natural, ou o argumento da “queda da Lua”, fazendo uma bela explanação de como foi apresentado por Newton e propondo formas de adaptar a dedução para uma linguagem acessível ao Ensino Médio atual. Ele trata da evolução das ideias sobre as órbitas dos planetas, desde as concepções de Aristóteles, sobre o lugar natural dos elementos, o universo sub e supra lunar, a concepção de vácuo inexistente e impossível, passando por diversas ideias sobre concepção de movimento na época de Galileu Galilei, chegando a discutir o teorema da velocidade média para resolver o problema da descrição da queda dos corpos. Apresenta ainda o princípio da inércia, conforme a concepção de Galileu no clássico *Diálogo sobre os Dois Sistemas do Mundo: O Ptolomaico e o Copernicano* e as primeiras noções sobre a gravidade. Passa ainda pelas formulações de Kepler sobre as órbitas dos planetas a partir das cuidadosas medidas de Ticho Brahe chegando, enfim à Newton e apresentando os argumentos decorrentes da lei da ação e reação para chegar à lei da gravitação

universal. Por fim apresenta os resultados de aplicação de um questionário sobre gravitação universal a 82 estudantes do Ensino Médio que já haviam tido aulas sobre o assunto. Sua análise demonstra a dificuldade para construir o conceito de campo gravitacional e suas implicações.

Hülsendeger (2004) descreve um grupo de atividades sobre a evolução das concepções dos alunos a respeito da queda dos corpos, em analogia à evolução das concepções de Aristóteles até Galileu a respeito do tema. O trabalho é interessante, as atividades baseiam-se em discussão e realização de experimentos pensados e práticos, com ênfase na autonomia dos estudantes. Porém, o foco foi apenas na forma como os corpos caem e na variação da velocidade na queda, deixando de lado a discussão sobre o motivo da queda e sobre o campo gravitacional.

Em função de resultados da OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica, a respeito de uma questão que envolvia a melhor representação para o formato da órbita da Terra em torno do Sol, Canalle (2003) faz uma discussão sobre as órbitas elípticas e sua excentricidade, apresentando as excentricidades das órbitas dos planetas do nosso Sistema Solar e como representar uma elipse com a excentricidade desejada. Os argumentos da abordagem referem-se ao fato de que quase 100% dos participantes mais bem classificados, indicam orbitas de excentricidades muito grandes para a representação da órbita da Terra, o que provavelmente reforça também a concepção de que as estações do ano se devem às diferenças de proximidade entre a Terra e o Sol.

Aguiar, Baroni e Farina (2009) utilizam a Lei da Gravitação Universal de forma direta e acessível, para apresentar um modelo que permite determinar o formato da órbita da Lua vista do Sol. Fizeram um levantamento entre estudantes e professores de um curso de Física, e professores de diversas disciplinas atuantes no Ensino Médio, num total de 180 participantes, identificando que, da mesma forma que ocorre em muitos livros didáticos, a concepção do formato da órbita da Lua, vista do Sol, é equivocada. Eles utilizaram o *modellus* para simular

esta órbita demonstrando que, pelo fato da força exercida pelo Sol sobre a Lua ser pouco mais do que o dobro da força exercida pela Terra sobre a Lua, a trajetória da Lua deve sempre ser uma curva concêntrica ao Sol e não à Terra, como muitos acreditam. O equívoco é atribuído principalmente ao fato de que muitos creem que a força exercida pela Terra sobre a Lua é maior que a exercida pelo Sol, em virtude de sua proximidade.

Scarinci e Pacca (2006) relatam uma experiência construtivista realizada em uma turma da quinta série do Ensino Fundamental, totalizando 54 horas/aula de um curso de Astronomia baseado nas concepções prévias dos alunos. Foram abordados os conteúdos: verticalidade; movimentos relativos; dia e noite; estações do ano; fases da Lua; objetos astronômicos; órbitas; força da gravidade; fenômenos de paralaxe; origem do universo. As concepções identificadas são convergentes com as já citadas anteriormente. Ressalta-se a forma como transcorreu a evolução da concepção do “em cima” e “embaixo”, a discussão sobre o formato das órbitas e o motivo dos corpos caírem ou não.

Há ainda diversos trabalhos a respeito do formato das órbitas, alguns com enfoque histórico, outros com enfoque didático, muitas vezes centrado nos equívocos ou nas concepções prévias sobre formato das órbitas e/ou localização do Sol nestas. Damásio (2011) apresenta fatos e dados históricos sobre a Revolução Copernicana e os possíveis motivos que levaram Copérnico e, em especial, Kepler a assumir um sistema Heliocêntrico e as órbitas elípticas.

Medeiros (2001) apresenta, em uma divertida “entrevista espiritual” com Ticho Brahe, um pouco da história deste controverso astrônomo, que realizou, provavelmente, as mais importantes medidas até a sua época. Em Medeiros (2002; 2003) são reportadas duas “entrevistas” com Kepler. Na primeira, apresenta-se a trajetória de Kepler na evolução da concepção das órbitas planetárias, desde circulares, com o auxílio do equante para ajustar a previsão aos dados, passando pelas órbitas ovais, até a concepção das órbitas elípticas, com o Sol posicionado em um dos focos, a partir da confiança nas minuciosas medidas realizadas por Ticho Brahe e da percepção de que os planetas se moviam

mais rapidamente justamente quando próximos ao Sol. Neste artigo, são apresentadas as dúvidas, os erros e os acertos de Kepler até conceber a sua segunda lei, que diz que a velocidade com que um planeta varre a área do plano de sua órbita é constante e, em seguida, a primeira lei, que afirma que todas as órbitas são elípticas, com o Sol posicionado em um dos focos. No segundo artigo, como continuação, há uma detalhada descrição da forma como Kepler chegou à forma da sua terceira lei, o que levou ainda nove anos depois de o enunciado das duas primeiras leis ter sido publicado.

Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012) apresentam uma justificativa fundamentada para a utilização de uma abordagem *histórico-temática* no ensino de ciências, que se caracterizaria tanto pelo trabalho interdisciplinar e historicamente contextualizado, possibilitando integrar diversos contextos (ético, social, histórico, filosófico e tecnológico) e apresentando aos alunos a Ciência como um conhecimento em construção, além de inverter o arranjo de apresentação do conteúdo, fazendo com que conceitos, modelos e teorias venham a reboque dos temas, ou seja, o tema acarreta a necessidade de se entenderem os conceitos. O tema proposto foi *satélites*, e a característica do trabalho foi conectar diferentes fatos, tanto científicos como fatos históricos em geral, com o desenvolvimento das tecnologias e do conhecimento científico necessário para colocar satélites em órbita. As atividades envolveram a produção e a utilização de uma multimídia contendo animações, simulações, vídeo-documentários, poesias, fotografias, filmes¹, músicas, informações, reportagens, entre outros. Estas produções foram mescladas com aulas expositivo-dialogadas e discussões instigadas por questões propostas pelo professor. A listagem de conteúdos abordados é convergente com os conteúdos propostos no conjunto de oficinas aqui descritas, dos quais podem ser destacados: o fenômeno das marés; astronautas no espaço sujeitos a micro gravidade; satélite posicionando-se em órbita terrestre; e lançamento da Apollo 11.

¹ 2001: uma odisseia no espaço, de Stanley Kubrick, baseado no livro de Arthur C. Clarke.

Também são encontrados trabalhos que abordam a micro gravidade. Saba, Silva & Paula (2000), por exemplo, apresentam diversos experimentos que simulam situações de imponderabilidade, ou de micro gravidade, e que podem, sem maiores problemas, ser utilizados em sala de aula.

Um ponto interessante, não sobre o ensino de Astronomia em si, mas sobre possibilidades no ensino de ciências é abordado no livro de Piassi (2013), que traz sugestões, argumentos e abordagens sobre a utilização do cinema e de filmes diversos em aulas de ciências, em especial filmes de ficção científica. Como o nome diz, é ficção, e considera-se aqui que uma rica possibilidade de interação seria trazer à tona discussões sobre possibilidades e impossibilidades dos elementos ficcionais apresentados em cada obra. O contexto desperta o interesse e permite abordar e discutir diversos conceitos científicos. Sobre isto Piassi (ibid.) destaca:

(...) o estudo da ficção científica teria sentido não com a busca de uma definição de um termo ou com a delimitação de um gênero literário ou cinematográfico, mas da relação que esta manifestação cultural poderia ter com a ciência em si, para então podermos refletir com propriedade sobre a inserção deste universo ficcional no contexto das aulas de ciências (PIASSI, 2013, p. 12).

Ainda em Piassi (2013), encontram-se argumentos quanto a trazer o cinema e os produtos da indústria cinematográfica para a sala de aula:

Enxergar a constituição da ciência em uma arena de negociação social pode trazer sentido às discussões sobre processos e produtos da ciência em sala de aula. Isso por que tal abordagem traz uma perspectiva do conhecimento científico como um processo dinâmico e condicionado não apenas por uma comunidade científica isolada, mas pelas relações presentes em todo o tecido social do contexto onde este conhecimento se produz (PIASSI, 2013, p. 23).

É muito interessante perceber, em diversos filmes de ficção científica, a mescla entre significados considerados corretos dentro do contexto da ciência com distorções destes significados pertencentes à comunidade leiga, até mesmo distinções de significados de termos utilizados na tradução do filme, que

atribuem funções distintas a algumas situações em cena. Estes argumentos também se somam à proposta deste trabalho que, fundamentada nas ideias de Vygotsky, destaca o papel dos meios de mediação no desenvolvimento do fazer e do pensar.

Como é possível perceber, embora o conteúdo que envolve a Gravitação Universal permeie muitos dos trabalhos publicados, na maioria das vezes o foco não é a compreensão do fenômeno em si, mas abordagens que tangenciam ou são transversais à Lei da Gravitação Universal, como órbitas de planetas e satélites, queda dos corpos nas proximidades da Terra, entre outros. Com exceção do trabalho de Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012), não foi possível perceber outros que envolvam este conteúdo de forma abrangente, perpassando pela relação com as Leis de Kepler, a respeito de órbitas de satélites e planetas, com os estados de imponderabilidade e micro gravidade, simulações de gravidade por rotação e formação de marés, além da atração gravitacional em si.

Perante este contexto, a proposta desta produção de mestrado profissional em ensino de Física consiste na elaboração, organização, aplicação e avaliação de um conjunto de oficinas relacionados ao tema Gravitação Universal, dirigido em especial à formação continuada de professores, mas também a estudantes de nível superior e leigos interessados no assunto.

2.2 Referencial Teórico

A partir dos anos 70, a pesquisa em ensino de Física passou por um longo período com foco na investigação das ideias trazidas pelos alunos sobre os conteúdos físicos a serem trabalhados em ambiente de ensino formal. Um dos artigos pioneiros nesta linha de investigação foi o de Viennot (1979), no qual analisa raciocínios espontâneos em dinâmica. Nesta visão original, as concepções espontâneas teriam como característica constituir um conjunto coeso e coerente de ideias e relações que fazem muito sentido para o estudante e, exceto por peculiaridades culturais, são recorrentes e aparentemente independentes de região ou país. Como as concepções e conceitos científicos muitas vezes contradizem as concepções ditas espontâneas, que sempre funcionaram tão bem para os alunos, especula-se que estas últimas podem se tornar obstáculos significativos à aprendizagem (TEODORO, 2000).

Por estes motivos, entre outros, pesquisas que visam melhorias no ensino de Física frequentemente fazem alusão a considerar, no planejamento, ideias e concepções trazidas pelos alunos. Mas não basta apresentar ao aluno situações em que suas concepções alternativas falhem, é preciso manter uma linha de discussão e troca até que ambos os modelos possam ao menos coexistir e ser utilizados, talvez, com a mesma frequência e desenvoltura em seus respectivos contextos.

Vem-se buscando, portanto, modelos que indiquem não apenas o que os estudantes pensam, mas como eles pensam, de que forma manipulam os conceitos para lidar com as situações que se lhes apresentam, utilizando os conhecimentos que trazem consigo e os novos conhecimentos que se lhes quer ensinar. Assim, um dos desafios para o ensino de Física é, conhecendo as concepções prévias dos alunos, conceber maneiras de lidar com este conhecimento, utilizando-o nos processos instrucionais de forma que o novo conhecimento (ou o conhecimento científico) tenha também significado para o estudante e encontre aporte em suas construções, é portanto desejada uma forma eficiente de atingir a mudança conceitual.

O momento é de busca por teorias que fundamentem satisfatoriamente a metodologia empregada para atingir a desejada mudança conceitual. Mas em que consiste este processo de mudança? É uma troca? Uma substituição? Uma evolução? Ou nada disto? E o quanto já se avançou nos meios para que seja atingida? Há consensos a respeito? O trabalho de Pereira (2012) apresenta uma interessante análise sobre os diversos significados atribuídos ao termo “mudança conceitual”, destacando a falta de consenso sobre o significado atribuído a este processo, bem como sobre o termo ou expressão utilizada para se referir a ele.

Em seu trabalho, Pereira (2012) traz diversos sentidos distintos que podem ser atribuídos à palavra “mudança” e à palavra “conceito”. Destes destaca-se “mudança” como *substituição* (quando se extingue a concepção original), como *troca de status* (quando as duas concepções coexistem e são utilizadas conforme a necessidade do contexto), e como *acréscimo* (quando a concepção original é simplesmente acrescida de detalhes ou mais informações). Quanto ao “conceito” apresenta duas distinções básicas, mas não definitivas, que sejam: conceito como *classificação adequada* de algum objeto ou fenômeno, enquadrando-o corretamente dentro de uma classe ou categoria, e conceito como um *conjunto de conhecimentos* relacionado a um objeto ou fenômeno, o que remete à possibilidade de modificação sobre o conceito cada vez que é adicionada uma nova informação ou constatação sobre ele.

Em vista do quadro de miscelâneas de significados e sentidos, Pereira (ibid.) propõe que o foco da busca pela mudança conceitual seja desviado do significado atribuído a cada palavra, para a análise do panorama conceitual que vem norteando as pesquisas na área, apresentando quatro abordagens dicotômicas identificadas em artigos de impacto na área. Apenas com o intuito de identificar estas vertentes, apresentam-se a seguir características sucintas de cada uma delas, resumidamente e muito simplificadamente.

A primeira seria a dicotomia entre a *abordagem clássica*, proposta inicialmente por Posner et al. (1982 apud Pereira 2012) que de certa forma compara a mudança conceitual às revoluções científicas de Kuhn, e a *abordagem*

reenquadrada, originalmente denominada por Caravita e Halldén (1994 apud Pereira 2012), que surge em resposta a diversas críticas à concepção de mudança conceitual como substituição, como um mero processo racional/cognitivo/individual, sem levar em conta a motivação e o contexto de utilização dos conhecimentos. Nessa linha mais recente, a mudança conceitual é concebida como um processo ontológico, lento e gradual, que envolve uma reestruturação do quadro explicativo de forma a tomar consciência da necessidade de mudança de categoria do conceito utilizado.

A segunda dicotomia diz respeito a *coerência* e a *fragmentação*. Alguns pesquisadores, como Carey (1985, 1986 apud PEREIRA 2012) e Vosniadou (1994, 2002, 2007 apud Pereira 2012), defendem que o conhecimento intuitivo é organizado, sistemático e comparável a uma estrutura de teoria científica, portanto para ocorrer a mudança conceitual, deve haver um rompimento de teorias e paradigmas comparáveis à revolução científica de Kuhn. Outros, como diSessa (1988, 1993, 2006 apud PEREIRA 2012) e Hunt & Minstrell (1994 apud PEREIRA 2012), defendem que este conhecimento é composto de fragmentos quase independentes, acionados em função do contexto a que o aluno é exposto. Nesta visão, durante o processo de construção de conhecimento, esta gama de conceitos e concepções gradualmente adquire um maior grau de coerência e complexidade, a mudança conceitual seria, pois, um processo evolutivo e não revolucionário.

Há também a distinção entre as tendências *frias* e as tendências *aquecidas*. A primeira, na qual é enquadrado por exemplo o trabalho de Strike & Posner (1992 apud PEREIRA 2012), se refere ao modelo de estudante comparável ao cientista, para o qual a mudança conceitual ocorrerá por motivos quase que estritamente racionais: para que um modelo ou um conjunto de explicações seja abandonado é preciso que haja um forte motivo para isto, ou seja, somente ocorre a troca se o modelo original se torna infrutífero, e há outros para substituí-lo, assim, racionalmente, o estudante muda o seu modelo. Já na tendência aquecida, defendida por exemplo por Sinatra & Pintrich (2003 apud PEREIRA

2012), considera-se que a mudança conceitual é um processo fortemente influenciado por tendências afetivas, cognição, motivação e fatores contextuais, permitindo inclusive a coexistência de mais de um modelo explicativo, mesmo que conflitantes entre si.

Por fim tem-se o contraponto entre a abordagem *cognitiva* e a *situativa*, ou sociocultural. Na abordagem cognitivista, a construção de conhecimento é individual e ocorre dentro da mente do indivíduo. Os avanços ou mudanças conceituais dependem estritamente de sua estrutura de modelos mentais e como ele utiliza estes modelos para lidar com as situações que se lhe apresentam – o autor chama de metáfora da aquisição. Um exemplo de autor enquadrado nesta vertente seria Vosniadou (2007 apud Pereira 2012). A abordagem situativa surge como um entrecruzamento da pesquisa cognitiva com a pesquisa em educação. O que emerge desta junção é uma abordagem sociocultural, na qual o conhecimento é visto como um processo que ocorre entre os indivíduos e os artefatos, ferramentas e práticas da comunidade da qual fazem parte – o autor chama de metáfora da participação. Um exemplo de autor enquadrado nesta linha seria Roth (2008 apud Pereira 2012).

No contexto do trabalho aqui apresentado, a utilização da análise realizada por Pereira (ibid.), reside em uma reinterpretação da perspectiva teórica de Vygotsky, para fundamentar tanto a forma de tratar as concepções alternativas que nortearam a elaboração das atividades, quanto a busca por atingir alguma evolução conceitual a partir da aplicação das oficinas.

Procura-se aqui argumentar que a abordagem sociocultural é a que propõe uma melhor forma de lidar com as concepções e construções, relacionadas ao ensino de Astronomia, anteriormente traçadas.

Dentro da caracterização feita anteriormente, esta abordagem estaria classificada como reenquadrada, pois assume que a mudança conceitual envolve uma evolução gradual, motivada pelo contexto e pela interação, e exige uma tomada de consciência sobre a necessidade de modificar a categoria ou

classificação do conceito em si. Teria como princípio a fragmentação das concepções prévias, pois enquanto o sujeito não toma consciência das inter-relações entre os diversos conceitos que compõem o seu conhecimento, utiliza-os de forma desarticulada, acionando mecanismos explicativos praticamente independentes e muitas vezes contraditórios, conforme o contexto de sua atuação. Estaria na linha das tendências aquecidas, pois considera a influência da motivação, da afetividade, do contexto, e aceita a coexistência de mais de um modelo explicativo vigente. Por fim se enquadra em uma abordagem situativa, pois o sujeito constrói o conhecimento imerso em um meio social, interagindo com outros indivíduos por meio da linguagem, dos símbolos e de ferramentas que fazem parte do convívio social e cultural no qual está imerso.

Como a fundamentação aqui apresentada baseia-se no trabalho de Pereira, que por sua vez está embasada em uma perspectiva neovygotzkyana, fortemente influenciada pela interpretação de Wertsch, em diversas publicações (WERTSCH, 1979; WERTSCH, 1984; WERTSCH, 1985; WERTSCH, 1991; WERTSCH, 1996; WERTSCH, 1998; WERTSCH, 1999; WERTSCH, 2002; WERTSCH, 2006; WERTSCH, 2008; WERTSCH, 2009, entre outras), as principais características da teoria de Vygotsky apresentadas seguem a mesma linha interpretativa.

Em linhas gerais, a proposta de Vygotsky pode ser organizada em três temas essenciais: a origem social das funções mentais superiores; o método genético ou desenvolvimental; a mediação por instrumentos e signos (PEREIRA e LIMA JUNIOR, 2014; p. 522-523). Estes aspectos não são independentes entre si, portanto a explicação de cada um permeia a explicação dos outros.

As funções mentais humanas envolvem a noção de ação, como o pensar, o lembrar, o perceber. As funções ditas elementares são estritamente determinadas pela estimulação ambiente. Já as funções superiores têm como característica geral a estimulação autogerada (VYGOTSKY, 1978 apud PEREIRA 2012). Um exemplo para esta distinção envolve lembrar de executar algo. Se uma pessoa frequentemente só lembra de realizar uma tarefa quando vê algo externo a ela, o estímulo independe de sua vontade. Porém se a pessoa utiliza um signo, como o

despertar do telefone num determinado horário, ou uma marca de caneta na mão, o estímulo é artificial e intencional. Neste caso, Vygotsky compara o uso dos signos com a utilização de ferramentas técnicas (pá, foice, martelo), com a ressalva de que o signo seria uma ferramenta psicológica. Enquanto uma ferramenta técnica facilita a ação humana sobre objetos no mundo, a ferramenta psicológica permitiria que o homem aja sobre si mesmo, sobre sua mente.

Se os signos podem facilitar uma função mental pré-existente, certamente podem causar modificações fundamentais nesta função, pois a sua utilização transforma o modo de pensar do indivíduo. Signos são construções sociais e culturais, pois não são inventados pelo indivíduo, fazem parte do meio no qual o indivíduo está imerso. Eles surgem primeiramente na interação social e posteriormente se tornam um meio de interferir no comportamento individual.

Dentro do contexto do ensino de Astronomia um exemplo simples seria a utilização de um globo terrestre para explicar o que é norte e o que é sul a partir do eixo de rotação da Terra. O uso do globo normalmente se dá com o polo norte na parte superior do globo. Por este motivo quando se coloca o globo com o polo sul para cima os sujeitos tendem a dizer que o globo está de cabeça para baixo, o que na realidade não faz nenhum sentido, se pensarmos no que significa o para cima (radialmente para fora da Terra) e o para baixo (radialmente para o centro da Terra). Temos aí um forte indício de que não só o signo participa do pensamento, mas que ele pode cumprir um papel importante na produção do que temos chamado *concepção prévia* ou *alternativa*.

A partir desta constatação, pode-se compreender em que consiste o método genético ou desenvolvimental. Pode-se destacar duas características fundamentais: a primeira quanto à definição das funções mentais superiores, como cognição memória e atenção, que neste método podem ser atribuídas tanto a indivíduos quanto a grupos de pessoas; a segunda considera que a origem dessas funções mentais superiores é externa ao sujeito, existe primeiro em um plano social, e somente depois de compartilhada é que se tornará interna a ele (mentalmente), passando a existir em um plano psicológico.

O método genético considera que *a estrutura e os processos das funções intrumentais podem ser rastreadas até seus precursores genéticos, no plano intermental* (PEREIRA, 2012 p.66) (genético aqui com o sentido de gênese, de origem e desenvolvimento, não de genes). Um exemplo que pode ser interessante aqui é o fato de as órbitas dos planetas serem representadas com excentricidade exagerada, em muitos livros e outros instrumentos de mediação. Durante a aplicação da oficina, na parte que trata sobre as leis de Kepler, para um grupo de estudantes de nível médio-técnico que faria a prova da OBA (Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica), discutiu-se sobre este problema de representação e foi uma grande surpresa para todos os participantes a apresentação das órbitas em escala, em especial a órbita da Terra, que se assemelha muito mais a um círculo do que a uma elipse. Pois bem, casualmente uma das questões da prova, menos de um mês depois da oficina, foi justamente a forma que mais se assemelharia à órbita da Terra em torno do Sol. Apesar da discussão e da marcante surpresa de todos, apenas um dos estudantes que realizou a prova marcou a alternativa que apresentava um círculo. Certamente a concepção de órbita excessivamente elíptica não foi criada espontaneamente por cada um dos estudantes, mas reforçada pelas próprias ferramentas culturais disponíveis. Mesmo que nenhum tenha marcado a opção de elipse exagerada (todos os que erraram marcaram a elipse mais próxima de um círculo, mas visivelmente uma elipse), ainda foi difícil para eles conceberem uma versão tão fora daquela já arraigada em suas construções conceituais.

Assim, como este exemplo, diversas outras concepções destacadas na literatura da educação em Astronomia podem ser rastreadas até os materiais instrucionais utilizados como meios de mediação ao longo da formação destes estudantes. Na escola, nos livros didáticos e em diversos sites educativos, há reincidência de representações com órbitas exageradamente excêntricas, ou em perspectiva, *sem que seja feita qualquer observação a respeito da forma utilizada na representação*. Quando o estudante interage com estes instrumentos de mediação, vai construindo modelos da realidade equivocados. A interação pela

linguagem oral e escrita pode tanto reforçar estes equívocos quanto auxiliar na sua reinterpretação.

Sob esta perspectiva, o papel da interação social certamente tem uma relevância muito maior do que meramente verificar se a interpretação dos significados captados a partir dos instrumentos mediadores é aquela compartilhada socialmente. Por meio da interação social é possível favorecer o desenvolvimento de novas habilidades mentais, como ser capaz de identificar a simbologia utilizada em uma representação em perspectiva ou fora de escala. Mas esta interação, mediada pelos instrumentos e signos, gerando novas formas de pensamento, ocorre primeiro entre as pessoas – plano intermental – para somente depois passar a existir na mente do sujeito – plano intramental (PEREIRA e LIMA JUNIOR, 2014 p. 529).

A forma de utilização dos mediadores, como linguagem falada e escrita ou instrumentos e signos, deve fazer sentido para o estudante para cumprir com sua função. Para que se possa organizar as situações de ensino, e também avaliar os conhecimentos dos estudantes, Vygotsky define a zona de desenvolvimento proximal:

(...) a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com parceiros mais capazes (VYGOTSKY, 1994, p. 112).

A zona de desenvolvimento real representa todo o conhecimento já construído e que o sujeito pode usar para lidar com novas situações *de forma autônoma*. Porém, em vista da construção já realizada, o estudante desenvolveu habilidades que tornam possível a construção de novos conhecimentos, que ainda não foram consolidados e que *só podem ser mobilizados com o suporte de outras pessoas*. As situações de ensino devem, pois, levar em conta as potencialidades do aluno para que ele possa avançar, expandindo sua zona de desenvolvimento real.

Como é possível perceber, a demarcação entre zona de desenvolvimento real e proximal não depende tanto da lógica própria do conhecimento, mas da necessidade de se recorrer aos pares para realizar uma ação. Isso pode ser ilustrado, voltando ao exemplo da lei das órbitas de Kepler. Se o estudante compreendeu o que é uma elipse, ele já teria desenvolvido habilidades que o tornariam capaz de classificar elipses com diferentes excentricidades e, portanto, reconhecer que órbitas circulares também são elípticas (assim como quadrados também são retângulos). Contudo, essa transferência lógica não ocorre tão diretamente. É preciso que o processo de instrução envolva a linguagem e os instrumentos adequados para que ele possa realizar esta diferenciação, primeiramente na interação com outros e com os instrumentos e signos, e depois em sua própria mente.

Outro exemplo, que pode esclarecer o processo de construção baseia-se em mais uma das concepções evidenciadas na literatura sobre conhecimentos em Astronomia. Muitos estudantes, ao serem solicitados a representar o Sistema Solar, reproduzem imagens contendo as linhas que representam as órbitas dos planetas. Muitos deles inclusive acreditam que estas linhas fazem parte do Sistema Solar (LANGHI & NARDI, 2007) e que são como trilhos sobre os quais os planetas deslizam. Há um conhecimento construído de forma coletiva e mediada aqui: os planetas orbitam em torno do Sol. Porém, há um problema de mediação, que consiste no fato de os materiais instrucionais representarem as órbitas com linhas. A habilidade que torna possível a reconstrução deste conhecimento é a de ser capaz de compreender que a representação é uma mera forma de diferenciar as distâncias médias ocupadas pelos planetas em relação ao Sol, mas a interação social permite que esta compreensão seja consolidada.

Acreditando que (1) muitas das concepções equivocadas (senão todas!) foram construídas por meio de interação social e pela mediação com instrumentos e signos ao longo da atividade instrucional e que (2) é importante haver consciência do sujeito sobre as limitações das suas formas de pensamento; as atividades propostas neste trabalho têm como ponto de partida o

levantamento de ideias iniciais dos alunos. Essa etapa do trabalho tem como objetivos a tomada de consciência, a identificação de concepções prévias e o delineamento de habilidades potenciais. Mais especificamente, pretende-se levar o estudante a tomar consciência de sua forma de pensar sobre fenômenos e situações que talvez ele nunca tenha tentado explicar. Por meio da análise e da discussão das respostas fornecidas, busca-se identificar construções já consolidadas e habilidades potenciais. Isso permitirá, pela interação verbal e pelo uso dos meios de mediação apropriados, intervir sobre a maneira como os alunos explicam alguns fenômenos astronômicos.

Há dois pontos a serem destacados aqui: (1) trabalhar na zona de desenvolvimento proximal implica em que haja orientação, de forma que os parceiros mais capazes auxiliem aqueles que estão com maior dificuldade; (2) esta interação deve ser feita entre pessoas, caracterizando a necessidade da interação social que é proposta por Vygotsky, lembremos que os modelos e ideias surgem primeiramente compartilhados, e somente depois é que é apropriado pela mente do indivíduo.

O material instrucional é o mediador, seja ele composto por textos, roteiros de tarefas, imagens, animações e cenas de filmes. A linguagem permite o compartilhamento de significados, mas também propicia a mudança das funções mentais, e orienta a capacidade classificatória do indivíduo que se apropria de termos e explicações utilizados nesta interação.

Espera-se que estas tarefas, aliadas à interação entre instrutora e participantes, tenham favorecido o desenvolvimento de habilidades mentais, gerando novas formas de lidar com situações, evidenciando alguma evolução no conhecimento. Como havia professores atuantes e em formação, espera-se também que tenha ficado evidente a importância dos meios mediacionais no processo de aprendizagem, de forma que os participantes sejam capazes de lhes atribuir esta relevância, ao exercer sua prática em sala de aula, quando fosse o caso.

3. DELINEAMENTO DO TRABALHO

3.1 Proposta: Oficinas sobre Gravitação Universal e assuntos relacionados

O ano de 2009 foi intitulado Ano Internacional da Astronomia, em alusão aos 4 séculos desde as primeiras observações telescópicas do céu, feitas por Galileu Galilei. Muitas ações foram realizadas em todo o mundo em prol da educação e da divulgação em Astronomia em vista deste evento. Nesse período, iniciou-se um projeto de extensão Universitária no Centro Universitário Univates. Em 2013, foi firmada uma parceria entre Univates e UFRGS (e outras universidades do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina) para o desenvolvimento regional do Observatório Educativo Itinerante - OEI - Ensino, Divulgação e Alfabetização Científica. O OEI consiste em oferecer cursos de capacitação a educadores e educadoras, mediante inscrição. Esses cursos são realizados em Porto Alegre e em diferentes cidades do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Naquele ano, 150 vagas nos cursos foram oferecidas gratuitamente. Ocorreram também atividades de divulgação científica, com participação livre, sendo que o limite de participação foi determinado pela capacidade dos locais onde ocorreram as atividades.

Diante do cenário da pesquisa em ensino e em educação em Astronomia apresentado anteriormente, e da experiência profissional vivenciada pela autora, enquanto integrante das equipes e dos projetos citados, é que surgiu a proposta deste trabalho no Mestrado Profissional em Ensino de Física. O trabalho consistiu em planejar, desenvolver e aplicar um curso de 20h para, em especial, professores do Ensino Médio, que trabalham ou que poderiam trabalhar com temas de Astronomia em sala de aula, na região do Vale do Taquari, como parte integrante do OEI. Ressalta-se que nenhuma das outras atividades oferecidas pelo OEI tinham como foco a Gravitação Universal e os assuntos correlatos que foram abordados nas atividades integrantes do curso.

O objetivo geral do trabalho foi, então, o de contribuir para a formação continuada dos professores que trabalham ou podem trabalhar com os conteúdos de Astronomia na escola, bem como produzir material de apoio didático, auxiliando os professores na abordagem de temas relacionados à Astronomia.

Especificamente os objetivos consistiram em elaborar e aplicar o curso de formação continuada; avaliar o impacto das atividades desenvolvidas nas concepções dos professores participantes; produzir material didático relevante para o uso em sala de aula, em especial para o Ensino Médio, e utilizar roteiros fundamentados, com sugestões de atividades de papel e lápis e atividades práticas simples.

Inicialmente, pensou-se como público alvo os professores de Física e licenciandos em Física, pois são estes que, em geral, trabalham tópicos de Astronomia no Ensino Médio. Porém, na realização das oficinas, compareceram também professores de geografia e de ciências, por terem interesse em abordar estes conteúdos nas séries finais do Ensino Fundamental. Além de professores, participaram estudantes de licenciatura em ciências exatas, estudantes do terceiro ano do Ensino Médio e alguns curiosos sobre o tema. Em virtude dos trabalhos por projetos e visando a interdisciplinaridade de alguns conteúdos, também se teve como alvo professores de matemática, tanto do Ensino Fundamental como médio, contemplados por estudantes de licenciatura durante a realização da oficina.

A estrutura básica do curso, denominado *Formação Em Astronomia: Gravitação Universal*, consistiu em cinco módulos de 4h de duração - relacionados, mas independentes, totalizando 20h. A intenção era a de que, se os participantes não pudessem participar de algum dos módulos, ainda assim poderiam acompanhar os outros. Além disto, como espera-se que o material seja utilizado em sala de aula, acreditou-se que seria interessante o professor poder optar pela utilização de apenas parte do curso, sem afetar a compreensão dos

conteúdos ou tópicos abordados. De fato, nem todos os participantes realizaram os cinco módulos.

A ementa proposta para cada módulo é apresentada a seguir:

- Módulo 1: Órbitas e excentricidade. De Kepler a Newton: contribuições de Kepler e de Tycho Brahe para a Lei da Gravitação Universal de Newton.
- Módulo 2: A Balança de Cavendish e o Pêndulo de Foucault para a determinação da constante de Gravitação Universal e do campo gravitacional local. Utilização de experimentos filmados para superar a dificuldade de trabalhar com os recursos reais, como a balança de Cavendish.
- Módulo 3: Como é possível escapar da gravidade de um planeta ou colocar objetos em órbita. Velocidade de escape, lançamento de foguetes e viagens interplanetárias.
- Módulo 4: Possibilidades de órbitas estáveis e instáveis. Sensações gravitacionais em uma Estação Espacial, como a microgravidade e a imponderabilidade.
- Módulo 5: Influências gravitacionais da Lua sobre a Terra e as percepções da Lua a partir da Terra: Fases da Lua, Formação de Marés, afastamento da Lua e suas consequências sobre a Terra.

No Módulo 1, foi utilizado um enfoque histórico e matemático, principalmente fundamentado na geometria, ressaltando-se o papel dos modelos de realidade na construção do conhecimento científico, para construir a descrição das órbitas, visualizar que seu formato é elíptico, mas quase circular, e identificar o período das órbitas dos planetas em função do período da Terra. A partir das características dessas órbitas, pretendeu-se analisar algumas das aproximações realizadas por Newton para equacionar a lei da Gravitação Universal.

No Módulo 2, o objetivo foi apresentar as dificuldades na determinação das constantes, a engenhosidade dos aparatos tecnológicos e o equacionamento e o

dimensionamento para a determinação da constante G e do campo g local, bem como identificar a relação entre ambos.

O Módulo 3 teve o objetivo de abordar a evolução da compreensão dos fenômenos gravitacionais, envolvendo o equacionamento, mas também dar margem à imaginação e às curiosidades, que têm sido despertadas tanto por filmes e livros de ficção científica, quanto pelos meios leigos de divulgação científica. Foram utilizados, por exemplo, alguns trechos do livro de Júlio Verne *Viagem ao redor da Lua* (no original em francês *De la Terre à la Lune*, publicado em 1865), com este objetivo.

O Módulo 4 dá seguimento à imaginação e à curiosidade incentivadas no módulo anterior, porém com o enfoque nas órbitas e em efeitos curiosos como a imponderabilidade e os efeitos de microgravidade, que ocorrem em corpos em movimento orbital. O objetivo é demonstrar os equacionamentos possíveis para a determinação de campos, com a discussão das possibilidades de percepção destes campos em função do tipo de referencial que se pode adotar. Em especial foram utilizadas cenas de diversos filmes, como *2001 – Uma odisseia no Espaço*, *Gravidade* e *Apolo 13*, assim como alguns documentários.

O Módulo 5 pode ser entendido como um retorno à Terra e à percepção de que tanto a Terra interfere no movimento da Lua como a Lua interfere na Terra. Foi considerada importante aqui a percepção do comportamento do sistema gravitacional Terra-Lua, as intensidades e direções das forças exercidas ponto a ponto nas superfícies e os efeitos superficiais destas forças localizadas nos dois astros em interação.

No início de cada módulo foi aplicado um questionário, elaborado pela autora, para levantamento das ideias e concepções dos participantes, facilitando a condução das discussões na zona de desenvolvimento proximal.

A proposta consiste em ir além do conteúdo tradicional sobre o tema, buscando utilizar atividades que permitam compreender as dificuldades na elaboração dos modelos científicos, a relação entre as leis de Kepler e de Newton,

as situações que envolvem imponderabilidade, e a análise de filmes e documentários à luz destes conhecimentos científicos.

Embora haja relação entre as atividades propostas e a história da ciência, o foco reside nos processos, nas dificuldades, nas possibilidades e impossibilidades de medidas e determinações em função dos conhecimentos da época em que os modelos foram elaborados. A seguir o detalhamento das atividades e dos conteúdos propostos.

3.2 De Kepler a Newton

Este primeiro módulo é o mais extenso, pois envolve medidas de elongação, determinação do período aparente e do período real das órbitas dos planetas do nosso Sistema Solar, em função do ano terrestre, análise das excentricidades das órbitas, utilizando animações e órbitas traçadas a partir do simulador Orbit, determinação da lei dos períodos – 3ª lei de Kepler - a partir de ilustrações também obtidas com o simulador Orbit, discussão de possibilidades e impossibilidades da época de Ticho Brahe e Kepler quanto à determinação de valores exatos de período e raio médio da órbita em unidades de medidas convencionais.

Na literatura de ensino de Astronomia, como citado anteriormente, são encontrados diversos trabalhos a respeito do formato das órbitas, mas um ponto considerado importante, e que, em geral, nem professores nem alunos sabem responder², é como o traçado das órbitas foi feito, e, neste sentido é que o trabalho vem sendo desenvolvido. A primeira tarefa proposta nesta oficina está relacionada a medidas de elongação e como utilizar estas medidas na determinação do período e do raio da órbita dos planetas. Utilizando-se a

² Pude perceber esta dúvida ao longo de minha experiência, pois diversas vezes fui questionada a respeito e, nas primeiras vezes, eu mesma tinha dúvidas sobre a forma de determinação.

definição de elongação - *o ângulo entre a linha de observação do planeta no céu e a linha de observação do Sol, quando ele se encontra no horizonte* - e dados pré-existentes, disponíveis em Caniato (2011), para o planeta Vênus, propõe-se a construção de um gráfico de elongação em função do dia, para a determinação do período aparente da órbita do planeta e a determinação do período real do planeta. Embora os dados utilizados na atividade sejam pré-existentes, é apresentada a possibilidade de construção de um quadrante rudimentar, mas que possibilita realizar medidas (não muito precisas, mas ilustrativas) da elongação dos planetas, o que permitiria a realização de atividades extraclasse na escola, durante alguns meses.

A realização da atividade exige uma discussão sobre o porquê do período de revolução real do planeta (período sideral, medido em relação a uma estrela fixa) ser diferente do período de revolução aparente do planeta (período sinódico, que é o intervalo de tempo decorrido entre duas configurações iguais consecutivas). Propõe-se a determinação do período sideral, ainda com base em Caniato (2011), mas também com base em Oliveira Filho e Oliveira (2013).

Para a determinação das distâncias a atividade seguinte é baseada em Canalle e Matsuura (2007)³. É importante destacar aqui que, neste caso simplificado, a órbita é considerada circular com o Sol ocupando o centro do círculo. Além disto destaca-se que na época das medidas a distância da Terra ao Sol não era ainda conhecida, então todas as distâncias foram determinadas em função da distância Terra-Sol, que foi definida como 1UA – uma unidade astronômica.

O argumento utilizado para que se pudesse identificar a órbita elíptica, foram as variações nas medidas de distância ao longo de vários anos. Conforme Medeiros (2002), Kepler tinha tamanha confiança nas medidas realizadas por

³ E também em <http://astro.if.ufrgs.br/p1/node4.htm>.

Ticho Brahe, que considerava impossível que as variações identificadas fossem decorrentes de imprecisão das medidas.

No material instrucional foi inserido também um exemplo de medidas de alongação para o planeta Marte, que é um planeta superior. Durante a realização deste módulo foi apenas apresentado o exemplo, mas a atividade não foi realizada.

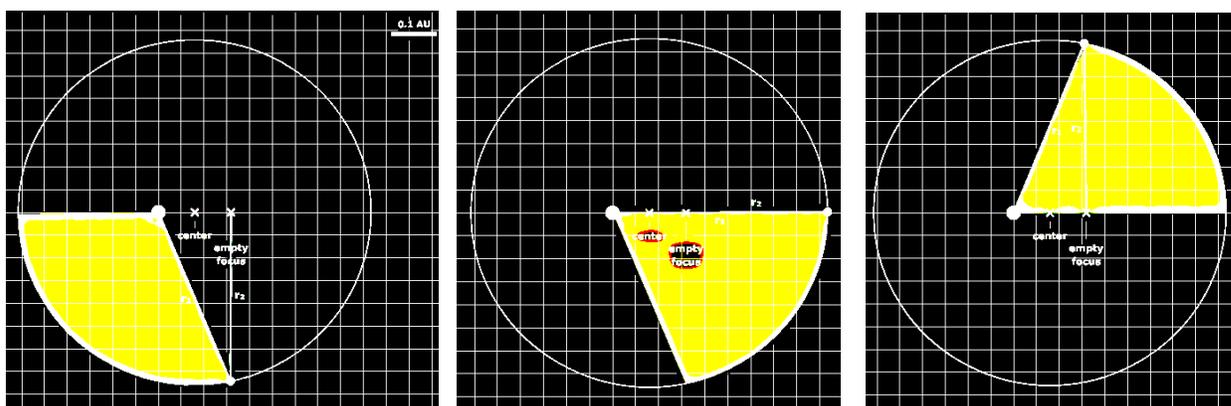


Figura 1: órbita de Mercúrio utilizada na atividade sobre a segunda Lei de Kepler.

A atividade seguinte envolve a segunda Lei de Kepler, pela análise das figuras obtidas por captura de tela, utilizando a animação da simulação Orbit⁴, com pausas sucessivas a cada $\frac{1}{4}$ de período. Nesta tarefa o objetivo principal é identificar quão próximas da circunferência são as órbitas dos planetas, verificar que o Sol fica posicionado em um dos focos da elipse, e não no centro como identificado em artigos sobre concepções prévias, além de perceber que, a cada quarto de período, o número de “quadrinhos” varridos pelo planeta se mantém constante, independentemente de sua distância ao Sol - veja a Figura 1. As medidas foram realizadas para o planeta Mercúrio, que é aquele com maior excentricidade do nosso Sistema Solar, e para o planeta Terra, para a verificação da órbita quase circular.

⁴ Simulação disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/nebraska.htm>.

A atividade seguinte está relacionada à terceira Lei de Kepler. A partir de uma tabela de dados⁵, contendo valores de período das órbitas dos planetas, em anos terrestres, e de raios das órbitas, em unidades astronômicas, propõe-se a construção de gráficos, para buscar identificar o tipo de proporcionalidade entre período da órbita e raio da órbita. Sugere-se uma discussão sobre a forma como varia o período em função do raio da órbita e, em seguida, solicita-se a construção de um gráfico de período em função do raio da órbita, para verificar que a relação não é de proporção direta. A seguir, destaca-se que, pela análise do gráfico construído, é possível perceber que ambos crescem juntos, porém o período cresce mais rapidamente que o raio. Discute-se que a busca pela relação matemática entre período e raio das órbitas não é instantânea e exige diversas tentativas e erros. Uma forma de se chegar a esta relação seria buscar uma razão entre potências de período e raio que permanecesse razoavelmente constante. Para abreviar esta busca, solicita-se que seja calculada a razão entre o quadrado do período e o cubo do raio para cada planeta, para que se perceba que, a menos das flutuações de dados, o valor obtido é constante. Assim, propõe-se a construção de um gráfico de quadrado do período em função do cubo do raio, confirmando que a relação é linear, sendo, portanto do tipo $T^2=k.R^3$. Considera-se importante a discussão sobre unidades de medidas, sobre as dificuldades em identificar relações entre grandezas reais e a modelagem destas relações, bem como destacar que esta constante depende do centro de gravidade considerado – Se o Sol é o centro de gravidade, todos os planetas que giram em torno do nosso Sol obedecerão à relação com o mesmo valor da constante k_s , porém, se o centro de gravidade é a Terra, teremos outro valor para a constante k (k_T), mas todos os satélites que orbitam a Terra, obedecerão a uma relação com o mesmo valor de constante, k_T .

Esclarecidas as dúvidas sobre o trabalho até então realizado, considera-se importante uma discussão sobre a relação entre as Leis de Kepler e as Leis de

⁵ Dados extraídos de <http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

Newton. A atividade proposta é baseada em Morais (2009), com questões que retomam as expressões para a força centrípeta e a velocidade tangencial em um movimento circular uniforme – considerando que, com boa aproximação, as órbitas são circulares – e relacionam estas com a expressão encontrada para a terceira Lei de Kepler, obtendo-se uma relação entre período e velocidade em um movimento circular uniforme. Usando-se novamente a força centrípeta, encontra-se uma expressão para a força de atração gravitacional, na qual esta força é proporcional à massa do planeta e inversamente proporcional ao quadrado do raio da órbita, tendo como constante de proporcionalidade $\left(\frac{4\pi^2}{k}\right)$, onde k é a constante que aparece na terceira Lei de Kepler.

Comparando-se com a conhecida Lei da Gravitação Universal espera-se que esta constante dependa da massa do centro de gravidade (Sol) e da constante de gravitação universal (G). Até o momento em que Newton enunciou sua Lei da Gravitação Universal, não se tinha meios de determinar a constante G e portanto, não eram conhecidas ainda as massas do Sol e dos Planetas. No próximo módulo são apresentadas atividades que permitem encontrar experimentalmente o valor da constante de Gravitação Universal e as massas dos astros do nosso sistema planetário.

3.3 A Constante de Gravitação Universal e o Campo Gravitacional Terrestre

Neste módulo o foco é o campo gravitacional. Como não necessariamente todos os participantes cursaram o primeiro módulo, neste inicia-se com uma discussão sobre a relação entre Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal. A primeira atividade proposta, após a discussão, é a utilização de um pêndulo simples para a determinação do campo gravitacional local. A atividade é clássica e utiliza a equação do período de um pêndulo simples invertida para g :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{\ell}{g}} \qquad g = \frac{4\pi^2}{T^2} \ell$$

A realização das medidas é simples e fornece, a partir do trabalho com médias das medidas, excelentes resultados para a sala de aula. No exemplo apresentado no material obtém-se $g=9,82\text{N/kg}$ ou $9,82\text{m/s}^2$. A facilidade na realização da atividade é o marco que defende sua utilização.

Mesmo tendo-se o valor do campo gravitacional local, ainda não é possível determinar a constante de gravitação universal, pois não são conhecidas as massas dos planetas e do Sol. Então a próxima atividade proposta mostra como, pela primeira vez a determinação desta constante foi realizada, pela utilização de uma balança de torção – Experimento de Cavendish. O experimento com este equipamento não é trivial, e não é qualquer instituição de ensino que tem possibilidade de disponibilizar este material. Então foi produzido um vídeo mostrando a balança, como o experimento é realizado e uma filmagem que permite a obtenção dos dados para a determinação de G .

É apresentada no material a dedução da equação que permite determinar G , a partir das medidas possibilitadas pelo instrumento. Com um projetor multimídia, que as escolas possuem, é possível realizar as medidas pela projeção na parede ou em uma tela. O tempo na filmagem foi acelerado, para que o experimento possa ser realizado em menos de um período convencional de aula, mas há um cronômetro na filmagem que possibilita a determinação do instante real da posição medida para o pêndulo de torção.

Sendo determinada a constante de gravitação universal, G , e o campo gravitacional, g , torna-se possível determinar as massas do Sol e dos planetas, bem como as distâncias de suas órbitas, R , em metros, e não mais apenas em U.A. Considera-se relevante e importante esta discussão, pois as pessoas têm dúvidas sobre como estes valores podem ser determinados. Por exemplo, conhecendo-se o raio terrestre e a massa do planeta Terra, é possível determinar

sua densidade média. Conhecendo-se a distância entre a Lua e a Terra é possível determinar a massa da Lua, e assim por diante.

São apresentados diversos dados sobre os planetas, que podem ser determinados conhecendo-se a constante G, mas também dados sobre o campo gravitacional terrestre, em diversas altitudes, o que, de certa forma, já introduz o assunto do módulo 3 e do módulo 4: lançamento de foguetes e velocidade de escape; órbitas e sensações gravitacionais.

3.4 Lançamento de foguetes e velocidade de escape

Este módulo foi elaborado em especial para aqueles que têm interesse na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica – OBA – ou simplesmente se interessam pela forma como satélites e foguetes são lançados a partir da Terra. Após o levantamento das concepções prévias, inicia-se com uma retomada sobre a Lei da Gravitação Universal, novamente pois nem todos participaram do módulo anterior.

Utilizando novamente a equação da força centrípeta, considerando que a órbita será aproximadamente um movimento circular uniforme, e a equação da força gravitacional, pode-se mostrar que a velocidade de uma órbita estável depende do inverso da raiz do raio da órbita:

$$F_g = G \frac{Mm}{R^2} \quad F_c = \frac{mv^2}{R}$$

Onde M é a massa do centro de gravidade, m é a massa do satélite ou do corpo em órbita, R é a distância entre os centros de massa dos dois corpos e G é a constante de gravitação universal, $G=6,67 \cdot 10^{-11} \text{N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$. Como a força responsável pelo movimento circular é a força gravitacional, pode-se igualar as duas, obtendo-se:

$$F_g = F_c \quad G \frac{Mm}{R^2} = \frac{mv^2}{R} \quad v = \sqrt{\frac{GM}{R}}$$

Considera-se interessante a discussão sobre a forma de levar um satélite artificial até sua órbita, aproveitando a velocidade de rotação da Terra, em especial próximo à linha do equador, onde a velocidade tangencial é maior, facilitando a obtenção da velocidade necessária para manter o satélite em uma órbita estável. E também propicia a discussão sobre o que ocorreria caso a órbita não seja estável: com velocidades menores que a da estabilidade o satélite descreve uma espiral até cair na Terra. Se a velocidade for maior a espiral terá o raio cada vez maior, até que o satélite escape da sua órbita.

Também é interessante a questão de que, mesmo o ar sendo bastante rarefeito no local onde os satélites estão em órbita, o campo gravitacional é bastante intenso – pode-se calcular este campo para a altura de alguns satélites e muitos se surpreendem em perceber que o valor não é assim tão diferente do campo na superfície da Terra.

A intensão também é de estimular a participação no próximo módulo, no qual faz-se a discussão sobre as sensações gravitacionais em uma estação ou nave espacial, contando com a análise de alguns filmes de ficção científica.

No assunto sobre lançamento de foguetes, considerou-se relevante fazer a determinação da velocidade de escape, pensando em “fugir” do campo gravitacional terrestre. Aqui o argumento parte da energia e sua conservação:

Energia cinética inicial dada por:

$$E_c = \frac{mv^2}{2}$$

Onde m é a massa do corpo em escape e v é a sua velocidade de lançamento vertical. Esta energia irá diminuindo conforme o corpo sobe, até que ao escapar do campo gravitacional, numa distância que tende ao infinito, a velocidade se torna nula. Então v seria o mínimo valor de velocidade para escapar.

A energia potencial gravitacional terá referencial na distância infinita, portanto seu valor nesta posição será nulo: $E_{g\infty}=0$. Sendo assim, no local de lançamento (superfície do planeta) a energia potencial será:

$$E_g = mgh \quad \text{mas} \quad g = \frac{GM}{R^2} \quad \text{e} \quad h = R$$

Onde G é a constante de Gravitação Universal, M é a massa do centro de gravidade (lugar de onde o corpo de massa m deve escapar) e R é o raio deste centro de gravidade, ou posição inicial do corpo a ser lançado. Além disto, como $E_{g\infty}=0$, o valor da energia potencial na superfície deve ser menor que zero, portanto deve ter um valor negativo dado por:

$$E_g = mgh = -m \frac{GM}{R^2} R \quad \text{ou} \quad E_g = -\frac{GM}{R} m$$

Se a uma distância infinita E_c e E_g são nulas ($E_{M\infty} = E_{c\infty} + E_{g\infty} = 0$), no início sua soma também deve ser, pela conservação da energia, então:

$$E_{Mi} = E_{M\infty} \quad \frac{mv^2}{2} + \left(-\frac{GM}{R} m\right) = 0$$

O que fornece:

$$v = \sqrt{\frac{2GM}{R}}$$

Até aqui a atividade pode ser um pouco cansativa para aqueles que não estão muito familiarizados com as equações, mas a parte seguinte deve compensar, pois envolve dois momentos, um que é relacionado a diversas visões sobre a forma como escapar da gravidade e o outro que envolve a construção e o lançamento de um foguete de garrafas pet, conforme Canalle (2014).

A literatura se encarrega de criar sonhos, e o sonho de sair da Terra e ir à Lua teve como um dos primeiros idealizadores, ninguém menos que Júlio Verne. No livro *Viagem ao Redor da Lua* (s.d.) Verne propõe uma viagem à Lua possibilitada por um “canhão” construído no interior de uma montanha. O trecho escolhido para ser comentado na oficina refere-se ao momento em que, segundo Verne, A atração gravitacional da Terra é igualada pela atração gravitacional da Lua. No livro, neste momento – e apenas neste momento – todos no interior da

“nave” flutuam e, em seguida, começam a virar, juntamente com a nave, com os pés voltados para a Lua. Destaca-se os trechos:

Os três companheiros sentiam, surpreendidos e estupefatos, apesar de todos os raciocínios científicos, que aos seus próprios corpos faltava a gravidade. Se estendiam um braço, nada o impelia para baixo. (...) Mas aqui a realidade, pela neutralização das forças atrativas, fizera homens a quem nada pesava e que não tinham peso eles próprios. (p.184)

– Estas cenas de assunção – explicou Barbicane – não podem durar muito. Logo que o projétil passe o ponto neutro, a Lua nos atrairá!

(...) e, logo que o projétil transponha o ponto neutro, a culatra, que é relativamente mais pesada, o arrastará, segundo direção perpendicular à Lua. Mas, para que este fenômeno se realize, é preciso passar primeiro a linha neutra.

(...) A influência da igualdade de atração durou apenas uma hora. Insensivelmente, viram-se impelidos para o fundo do projétil. Barbicane julgou mesmo ter notado que a extremidade cônica do projétil se ia afastando um tanto da normal tirada para a Lua, ao passo que a culatra se ia aproximando dela por movimento inverso. (p. 185)

Hoje sabe-se que não é assim que funciona. Desde o momento em que não há mais propulsão – no caso do livro somente houve força de impulso enquanto o projétil estava sob a ação dos explosivos, no “cano do canhão-montanha” – todos os objetos estariam a uma mesma aceleração (g), portanto o efeito já seria de imponderabilidade. Além disto, a imaginação em supor o que ocorreria no momento do equilíbrio das forças e da inversão da resultante, embora não tenha os efeitos por Verne imaginados, demonstram que ele tinha algum conhecimento de Física, e conseguia supor situações a partir destes conhecimentos. O bárbaro da discussão reside na forma de perceber o que era ciência e o que era ficção científica na época da escrita do livro, e leva a pensar em como a ciência e a ficção científica de hoje serão percebidas em uma centena de anos. Direta ou indiretamente auxilia na concepção de ciência como algo imaginado e construído pelo homem, desmistificando a noção da ciência como uma verdade absoluta e imutável.

É interessante destacar aqui que, na aplicação da oficina, em 2014, embora os participantes apresentassem bom nível intelectual e cultural, nenhum

havia lido Júlio Verne, e todos mostraram-se interessados na obra após a discussão.

A atividade de construção e lançamento de foguetes, última desta oficina é divertida, mas também instrutiva. Frisa-se que durante a oficina foi um dos pontos desejados por muitos dos participantes. Consiste em construir um foguete com duas garrafas pet 2L, que utiliza como propulsão uma reação com vinagre e bicarbonato de sódio. Embora o lançamento seja tranquilo, é preciso espaço seguro para não atingir pessoas nem veículos. A atividade faz parte da OBA (Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astrofísica), e para a participação na olimpíada é necessária a realização de filmagem do lançamento e a determinação do alcance do foguete. Discute-se, portanto a segurança, o processo de filmagem, os problemas que podem ocorrer no lançamento – por exemplo, se o balão é muito firme, não se consegue colocar a quantidade de vinagre necessária para a reação ocorrer de forma satisfatória; o ângulo de lançamento deve ser próximo dos 45° para obter o maior alcance, entre outros quesitos de ordem prática.

3.5 Órbitas e sensações gravitacionais

De todos os módulos propostos, pode-se dizer que este é o mais *cult*, pois envolve a discussão das sensações de imponderabilidade, microgravidade, simulação de gravidade em locais onde há imponderabilidade e, culmina com a análise de diversas cenas de filmes de ficção científica consagrados, bem como análise de documentários de cenas reais na Apolo 1 e na estação espacial.

A parte inicial da oficina refere-se a uma breve discussão a respeito do que é imponderabilidade – se tudo o que nos rodeia sofre exatamente a mesma aceleração de queda, tudo funciona como se nada tivesse peso, não é possível ponderar o que está “em cima” ou “embaixo” – e das sensações que se teria em um satélite ou estação espacial em órbita terrestre, ou ainda em uma nave espacial viajando sem aceleração. Não se pode excluir aqui também uma

retomada sobre o porquê de um corpo em órbita não cair no centro de gravidade – como a Lua em torno da Terra ou um planeta em torno do Sol.

A proposta deste tipo de atividade é, principalmente despertar o interesse pela ciência de uma forma cultural, mas também analisar os filmes considerados de ficção científica à luz da ciência, observando o que é possível e o que não é possível, o que foi bem pensado e o que fica a desejar. As leis do universo devem ser as mesmas em qualquer lugar, inclusive no espaço, mas nem sempre em filmes de ficção científica este cuidado é tomado! Muitas vezes os filmes são assistidos acriticamente, sem considerar se as cenas e situações apresentadas na obra, seriam ou não viáveis na realidade. Além disto, alguns termos técnicos são utilizados em filmes de ficção científica, sem que lhes sejam dadas alguma definição, e quando isto é feito, nem sempre a forma com que é apresentada esta definição é cientificamente aceita. Saba, Silva & Paula (2000) trazem uma definição facilmente compreensível para a microgravidade:

Se entendermos microgravidade como uma redução na aceleração gravitacional ambiente por um fator de 10^6 , isso só seria viável a uma distância de $6,37 \times 10^6$ km da Terra (quase 17 vezes a distância Terra-Lua!). (...) O termo microgravidade utilizado em astronáutica corresponde apenas a uma situação em que o peso aparente do sistema é pequeno se comparado ao peso real devido à gravidade. (SABA; SILVA & PAULA, 2000, p.3)

Quando o termo *microgravidade* é utilizado cotidianamente, muitos imaginam que o campo gravitacional é desprezível, quando na verdade há campo gravitacional, porém, em virtude da força gravitacional ser preponderante em relação a qualquer outra sobre todos os objetos do sistema considerado, a sensação gravitacional é que é desprezível. Trazer à tona questões como estas, analisando cenas cinematográficas e cenas reais, à luz das discussões sobre a intensidade do campo gravitacional nos locais considerados, pode enriquecer e dar novos significados aos conceitos físicos trabalhados, além de despertar, possivelmente, o gosto pela ciência e por conhecer um pouco mais sobre suas aplicações e teorias.

Destaca-se que durante a realização da oficina a maioria das obras utilizadas não haviam sido assistidas pelos participantes, que tiveram curiosidade em saber um pouco sobre o desenrolar da história em cada obra, para melhor se situarem nas discussões realizadas, além de demonstrarem grande interesse em assistir a estas e outras obras.

Como cada módulo tem apenas 4h, a proposta é que, durante a realização da oficina – ou da aula – os filmes não sejam assistidos na íntegra, mas apenas algumas cenas de interesse para a discussão. Por este motivo, a cada filme utilizado, apresenta-se uma breve descrição do enredo e do desenrolar da trama. É claro que seria interessante que os filmes fossem assistidos integralmente em algum momento anterior ou posterior ao encontro.

A primeira obra destacada foi, como não poderia deixar de ser, 2001: Uma odisseia no espaço⁶. Uma breve resenha do enredo é apresentada:

O filme apresenta quatro momentos distintos: no início em uma provável era pré-histórica, seres meio humanos meio macacos descobrem o poder de usar um osso como ferramenta ou como arma letal, após se depararem com um estranho monólito negro. No segundo momento um cientista viaja de ônibus espacial até uma estação espacial que orbita a Terra, tendo notícias de que um artefato estranho foi encontrado em Júpiter, provocando anomalias magnéticas. Então uma missão é enviada até lá para estudo, porém o computador da nave se rebela e liquida os tripulantes, com exceção de um. Depois que este único sobrevivente consegue desativar o computador, ele toma contato com uma mensagem que se refere ao artefato, dizendo que existem dois monólitos deste tipo, um na Lua e um em Júpiter, e que sua origem e propósitos são desconhecidos. Em Júpiter ele se depara com o monólito em órbita e é sugado para o seu interior, aparentemente realizando uma viagem que transcende o tempo e o espaço.

(https://pt.wikipedia.org/wiki/2001:_A_Space_Odyssey).

Algumas cenas foram escolhidas para a discussão. A primeira mostra o ônibus espacial chegando à estação espacial, com a espaço-moça caminhando

⁶ 2001: A Space Odyssey (2001 - Uma Odisseia no Espaço no Brasil e 2001: Odisseia no Espaço em Portugal) é um filme anglo-americano de 1968 dirigido e produzido por Stanley Kubrick, co-escrito por Kubrick e Arthur C. Clarke.

com sapatos de aderência para se manter no “chão”, enquanto o passageiro dorme na viagem e uma caneta flutua em volta dele. O destaque à cena é dado primeiramente pelo estado de imponderabilidade, mas em especial para o fato de que a estação está girando e o ônibus, ao se aproximar da estação, passa a girar com a mesma velocidade angular. Visualiza-se as estrelas ao fundo, girando em movimento relativo, porém a estação e o ônibus, em consonância, parecem estar apenas em aproximação, sem o movimento de rotação relativo, até que o ônibus adentra no hangar da estação.

A cena seguinte mostra o “astronauta” em exercício, correndo em uma pista circular, que gira em torno do eixo. O giro simula a gravidade, pela força centrípeta, como em um rotor de parque de diversões. A cena seguinte mostra o astronauta saindo do eixo da mesma pista circular “descendo as escadas e passando a caminhar na mesma pista. O recurso do giro para simular a gravidade é teoricamente correto, porém, como deve ficar claro em um dos documentários utilizados na oficina, ainda não é viável em prática.

A próxima cena mostra o astronauta saindo da cápsula de transporte para fazer reparos na antena. Chama-se a atenção para o fato de que o astronauta não utiliza propulsores para se locomover, então deve ter-se impulsionado empurrando a cápsula, porém a cápsula não se move em sentido contrário, aparentemente permanece imóvel no espaço, o que, pela terceira lei de Newton seria inviável.

O próximo filme destacado é *2010: o ano em que faremos contato*⁷ que é uma sequência de 2001. O filme tem muito mais diálogos que o primeiro, e elucida muitas questões deixadas por ele em aberto, porém não foi o sucesso esperado, nem foi tão impactante quanto o primeiro, apesar das cenas espaciais elaboradas. Um breve resumo do enredo é apresentado:

⁷ 2010: O Ano Em Que Faremos Contato no Brasil, é um filme americano de 1984, a sequência de 2001: A Space Odyssey. Dirigido e produzido por Peter Hyams, com roteiro de Peter Hyams e Arthur C. Clarke.

O Dr. Heywood Floyd não consegue se livrar do sentimento de culpa pela perda dos astronautas da missão Júpiter anos antes. Quando surge a oportunidade de uma missão conjunta com a União Soviética para ir até as proximidades de Júpiter e encontrar a Discovery para resgatar dados da missão ele imediatamente embarca na aventura. O filme prossegue com a viagem e chegada ao destino enquanto a iminência de um conflito na América Central entre EUA e URSS intensificam as relações entre os ocupantes da espaçonave Leonov, tripulada por soviéticos e americanos. O final nos surpreende com respostas às perguntas que ficamos em 2001 ([https://pt.wikipedia.org/wiki/2010_\(filme\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/2010_(filme)))

A cena destacada é aquela na qual os astronautas saem da nave para atingir a estação espacial desativada nas proximidades de Júpiter, e precisam chegar ao módulo de comando. A estação, que tem forma alongada, gira em torno do seu centro para simular a gravidade, e o módulo de comando fica em uma de suas extremidades. Os astronautas atingem o centro, que gira com uma velocidade tangencial pequena e começam a se dirigir para a extremidade, onde passam a ter sensação de “peso” significativa, em função da rotação. Novamente o giro como recurso para propiciar sensação de peso.

O filme seguinte é *Apollo 13: do Desastre ao Triunfo*⁸. O enredo é instigante principalmente pelo fato de ser baseado em fatos reais:

O programa Apollo, desenvolvido pela agência espacial americana NASA (National Aeronautic and Space Administration), teve como objetivos desenvolver tecnologia espacial, realizar pesquisa científica na Lua, desenvolver a capacidade de trabalhar em ambiente lunar, além, é claro de obter proeminência espacial para os EUA. Houveram ao todo 17 missões, das quais 6 tinham o objetivo de chegar à Lua e apenas 11 foram tripuladas. A primeira missão que chegou ao solo lunar foi a Apollo 11, em 1969. A Apollo 13 deveria ser a terceira missão a pousar na Lua, porém uma explosão a bordo forçou a Apollo 13 a apenas circundar a Lua, sem aterrissar, retornando à Terra em segurança, às custas de muita engenhosidade. O filme apresenta uma versão cinematográfica dos fatos ocorridos ([https://pt.wikipedia.org/wiki/Apollo_13_\(filme\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Apollo_13_(filme))).

⁸ Apollo 13 (no Brasil Apollo 13 - Do Desastre ao Triunfo) lançado em 1995, dirigido por Ron Howard, com roteiro de William Broyles, Jr., Al Reinert e de autoria de James Lovell e Jeffrey Kluger.

Deste filme foram selecionadas diversas cenas. A primeira refere-se ao momento em que a Apollo entra em órbita e os astronautas começam a se desfazer de alguns equipamentos, que ficam flutuando ao seu redor. Estado de imponderabilidade é a questão neste momento, e a forma como foi obtida neste filme é interessante. O cenário do módulo lunar e da espaçonave foi montado no interior de um grande avião, que era levado a grandes altitudes e deixado em queda livre durante alguns segundos para que fossem feitas as tomadas de imagens nesta situação. Então havia campo gravitacional, porém como tudo caía com a mesma aceleração, a sensação era similar à de uma nave em órbita – destaca-se aqui o fenômeno conhecido como microgravidade.

A cena seguinte mostra os astronautas durante a viagem à Lua, fazendo uma apresentação para a Terra, porém, sem que soubessem, a filmagem não foi apresentada nas redes de TV. O interesse nesta cena foi um pouco diferente, pois mostra que, mesmo um evento científico relevante pode ser tratado com descaso pela mídia e pela sociedade quando aparentemente torna-se “corriqueiro”.

Em seguida a cena selecionada mostra o módulo de comando sendo desacoplado do foguete. O valor dado à cena refere-se à forma como o impulso é dado em todas as peças em questão, todas afastando-se radialmente do ponto de desacoplamento, porém com velocidades diferentes – peças com mais massa com menos velocidade e vice-versa. Uma ilustração da terceira Lei de Newton e da conservação do momento linear.

Apenas pelo impacto da cena, destaca-se o momento em que os astronautas, em segurança no módulo lunar, desacoplam do restante da nave, e visualizam a parte que foi danificada na explosão. Fica aqui a questão de como a nave fica ao lado do módulo lunar, se ela foi desacoplada pela parte posterior, e não há propulsão? Mais uma violação das possibilidades físicas no espaço.

O filme seguinte foi Missão Marte⁹, escolhido por utilizar cenas que pretendiam ser de microgravidade, mas sem os recursos utilizados em Apollo 13.

No ano de 2020 finalmente uma missão tripulada chega a Marte. O comandante Luke Graham consegue um pouso perfeito mas, misteriosos fenômenos acabam causando um acidente que mata toda a tripulação. Nos últimos instantes antes do fim, o comandante consegue enviar uma enigmática mensagem a Terra. Uma missão de resgate é lançada pela Nasa, com o objetivo de descobrir o que aconteceu e, trazer de volta sobreviventes que possam existir. Após perigosas dificuldades, a nova equipe pousa no planeta e descobre a incrível verdade sobre o desaparecimento dos astronautas anteriores.
(https://pt.wikipedia.org/wiki/Mission_to_Mars)

Neste filme as cenas que deveriam ser de imponderabilidade são realizadas com auxílio de plataformas suspensas e/ou fios, o que fica muito evidente quando se compara os dois tipos de produção. O destaque foi para uma cena muito semelhante à outra cena mostrada anteriormente, do filme 2001: uma odisseia no espaço. Nesta cena é mostrado um dos personagens, na nave espacial, andando por uma plataforma circular, que gira para simulação de gravidade por força centrípeta. Nesta plataforma há escadas que levam ao acesso a uma espécie de sala que fica bem no centro de giro da plataforma, o que indicaria um local onde haveria imponderabilidade. Ali dois dos personagens dançam, mas é muito óbvia a utilização de plataformas e fios de suspensão.

Outra cena discutida foi uma bem mais longa e tensa, quando o grupo de astronautas, solto no espaço, na órbita de Marte, tenta alcançar o módulo que orbita o planeta para que possam efetuar o pouso. Eles estão em movimento, em fila e ligados por uma corda, porém percebem que o módulo está mais distante do que o esperado. Um dos personagens heroicamente se desprende dos outros, mas ainda ligado por uma corda a um dispositivo de enrolamento, que fica com um dos outros astronautas, para se dirigir ao módulo utilizando propulsores para

⁹ Mission to Mars (no Brasil: Missão Marte) é um filme americano, do ano de 2000, dos gêneros ficção científica e suspense, dirigido por Brian De Palma, com roteiro de Jim Thomas, John Thomas e Graham Yost.

acelerar e depois para frear, porém o combustível acaba e ele fica a uma velocidade muito grande. Ele consegue ligar a corda ao módulo, porém, em virtude da grande velocidade, não consegue se segurar, e ultrapassa o módulo, dirigindo-se rapidamente para a atmosfera de Marte. Até aqui a primeira lei de Newton funciona bravamente. Os outros conseguem atingir o módulo usando a corda... Porém enquanto a corda é enrolada, puxando os astronautas em direção ao módulo, nada indica que o módulo sofra alguma alteração em sua velocidade... o que seria contraditório com a segunda e a terceira Leis de Newton, além do rompimento com a lei da conservação do momento linear.

A esposa do personagem solto no espaço se lança com o dispositivo com a corda em punho, utilizando a propulsão do traje, tentando resgatar o marido, enquanto todos tentam dissuadi-la do intento, pois não haveria combustível para o retorno ao módulo. No ponto sem retorno ela cessa a propulsão... e para de se mover! A primeira lei de Newton perde seu significado neste momento. Ela tenta, deste ponto, lançar a corda para ele, mas faltam alguns centímetros de corda para ele poder alcança-la, então, para que a esposa desista do resgate, ele tira o capacete, e congela imediatamente. O comentário aqui é que há duas previsões para o que poderia ocorrer: uma é que em virtude da brusca baixa de pressão externa, mantida a pressão sanguínea interna, o astronauta explodiria, a outra é que, mesmo com esta brusca baixa de pressão, a temperatura cai quase que instantaneamente ao zero absoluto, fazendo o astronauta congelar imediatamente, antes de poder explodir.

O próximo filme foi Gravidade¹⁰, que era o sucesso recente na data da aplicação da primeira versão da oficina. Uma pequena sinopse do filme:

Matt Kowalski (George Clooney) é um astronauta experiente que está em missão de conserto ao telescópio Hubble juntamente com a doutora Ryan Stone (Sandra Bullock). Ambos são surpreendidos por uma chuva de

¹⁰ Gravidade (no original em inglês Gravity) lançado em 4 de outubro de 2013 nos Estados Unidos. No Brasil, sua estreia ocorreu exatamente uma semana depois, no dia 11. Filme de aventura espacial anglo-americano, que ocorre no espaço sideral. Foi co-escrito, co-produzido, co-editado e dirigido por Alfonso Cuarón.

destroços decorrente da destruição de um satélite por um míssil russo, que faz com que sejam jogados no espaço sideral. Sem qualquer apoio da base terrestre da NASA, eles precisam encontrar um meio de sobreviver em meio a um ambiente completamente inóspito para a vida humana. (<http://www.adorocinema.com/filmes/filme-178496/>).

A primeira cena destacada mostra os dois personagens principais realizando um concerto no telescópio Hubble. A cena é muito perfeita, a Dr.^a deixa escapar um parafuso que sai errante e o astronauta que a acompanha o pega e devolve. Percebe-se os movimentos “flutuantes” de diversos equipamentos e dos membros dos personagens. A realidade da cena foi muito convincente. No final da cena um dos astronautas da nave de transporte se lança ao espaço amarrado em uma corda e é puxado de volta, apenas para se divertir.

A cena seguinte inicia com o astronauta realizando vários ajustes no Hubble e se movimentando diversas vezes com o auxílio de pequenas impulsões por rápidos contatos com o corpo do telescópio. Ele recebe o aviso dos destroços de um satélite que foi destruído, que se aproximam rapidamente do local em que se encontram. Ele se movimenta com o auxílio de um propulsor a jato até o local em que a Dr.^a se encontra presa a um cabo de acesso para reparos, mas não consegue resgatá-la, o cabo é atingido pelos destroços e se rompe, saindo em giro livre, com a personagem presa a uma de suas extremidades. Ela consegue se soltar do cabo girante e é lançada solta ao espaço girando livremente, o efeito é muito bem executado, percebe-se as imagens passando pelo visor do seu capacete enquanto ela gira. A cena é tensa e muito realista.

Perdida na órbita terrestre a Dr.^a, ainda girando, está com a lanterna acesa para que o astronauta possa encontrá-la. Ele surge em velocidade se aproximando dela e, quando a segura, os dois juntos ainda continuam em movimento, aparentemente de acordo com a conservação do momento linear; ele a prende a ele com uma corda e a solta, e ela se afasta. Quando a corda é tensionada, ele sofre o baque e é puxado para ela, terceira lei de Newton e conservação do momento sendo aparentemente respeitadas. Ele passa a dar

pequenos impulsos com o jato do propulsor direcionando o movimento, que respeita a lei da inércia. Também muito bem executada a cena.

A seguinte cena destacada mostra os dois chegando à nave de transporte. Como suas velocidades são diferentes eles colidem contra a nave e quicam tangencialmente sobre ela, mas consegue, com dificuldade se segurar em sua superfície. Percebem que a nave sofreu sérios danos e veem que os tripulantes e diversos objetos soltos, “flutuam” em estado de imponderabilidade em seu interior. Os corpos dos tripulantes mortos estão congelados, assim como na cena do filme Missão Marte destacada anteriormente.

A última cena destacada deste filme é a que os dois atingem a estação espacial, já quase sem combustível no propulsor. Sem ter como frear, eles vão sofrendo sucessivas colisões contra a superfície da estação, que foi mostrada sob diversos ângulos, inclusive com a superfície da Terra ao fundo. Conforme as imagens demonstravam, a estação se encontrava em órbita, mas sem girar. Com as colisões deles não se percebia nenhuma oscilação na estação, mas pode-se imaginar desprezível a alteração que sofreria em função de sua inércia. Devido às colisões e diversos tensionamentos da corda, ela acaba se rompendo, mas a Dr.^a consegue ficar presa pelo pé a um cabo solto ligado à estação. O astronauta é lançado em direção a ela e ela não consegue segurá-lo, mas segura a parte da corda que ainda está presa a ele. Então vem a única cena que não tem nenhum sentido na Física, os cabos tencionam mas não relaxam mais, é quebrada a realidade de imponderabilidade que vinha sendo respeitada até agora. É uma pena que justamente este equívoco gravitacional tenha sido a causa da solidão da Dr.^a a partir deste ponto do filme.

Como até agora todas as imagens utilizadas foram de filmes de ficção científica, optou-se por finalizar com algumas cenas reais de treinamento e de ação espacial. A primeira cena de um documentário sobre o resgate e o conserto

de um satélite (Solar Max¹¹) danificado em órbita na Terra, mostra como é feito o treinamento dos astronautas, em um grande tanque de água, que é o mais próximo que se consegue aqui na Terra de simulação de imponderabilidade.

A segunda cena, do mesmo documentário mostra os astronautas em ação no espaço, comemorando o sucesso da missão. Eles são mostrados no interior da Challenger, e também do lado de fora, e chama-se a atenção de que, em especial no filme gravidade, as cenas de imponderabilidade se assemelham bastante com a situação real apresentada no documentário. No interior da nave, sem os trajes espaciais, é possível até perceber que as roupas das pessoas não ficam “assentadas”, o que normalmente não é levado em conta nos filmes de ficção.

3.6 Influências e percepções da Lua a partir da Terra

Há muitos mitos sobre a Lua e as influências que ela pode ter sobre a Terra. Há também muitas dúvidas sobre fenômenos que envolvem o sistema Terra-Sol-Lua, como marés, eclipses e fases da Lua.

Neste módulo o objetivo foi desvendar os principais mitos e dúvidas encontrados na literatura. Como todos os outros, inicia-se com o levantamento das ideias iniciais, passando-se a discussão, questão por questão.

A primeira delas refere-se ao surgimento da Lua, para o qual há basicamente 4 teorias vigentes. A mais aceita é a de que um meteoro de tamanho comparável ao de Marte tenha colidido com a Terra, há aproximadamente 4,5

¹¹ Em Abril de 1984, a Challenger foi colocada em voo novamente, desta vez na missão STS 41-C. A decolagem ocorreu às 8h58min a.m. EDT, de 06/04/1984. Ela marcou a primeira trajetória de ascendência direta do ônibus espacial que atingiu 288 milhas náuticas (533 km) em alta órbita usando os motores do Orbiter Maneuvering System apenas uma vez, para circularizar a órbita. O voo tinha dois objetivos primários. O primeiro era lançar o Long Duration Exposure Facility (LDEF), um cilindro passivo, recuperável, pesando 21 300 lb (9660kg), com 12 lados, 14 pés (4,3m) de diâmetro e 30 pés (9m) de comprimento carregando 57 experimentos. O segundo objetivo era capturar, consertar e relançar o satélite Solar Maximum Mission com problemas, o "Solar Max" lançado em 1980 (<https://pt.wikipedia.org/wiki/STS-41-C>).

milhões de anos. Como resultado um pedaço do globo foi arrancado, formando a Lua. O fato de ter havido esta colisão com um corpo externo explicaria as diferenças de constituição da Lua e da Terra, mas não satisfatoriamente as proporções nas diferenças, que foram identificadas a partir da análise de materiais trazidos da Lua. A estratégia utilizada foi quase como uma contação de histórias, falando um pouco sobre cada um dos modelos.

Em seguida uma discussão sobre o sistema Terra-Lua, comparando-o a uma brincadeira de corrupio. Muitos acreditavam que apenas a Lua gira em torno da Terra, então foi feita a analogia a uma brincadeira de corrupio, na qual se as duas pessoas têm massas semelhantes, giram em torno das mãos, porém se uma das pessoas tem massa muito maior que a outra, a de maior massa praticamente gira em torno de si, mostrando que ambas giram em torno de um ponto chamado centro de massa. O sistema Terra-Lua se comportaria de maneira análoga.

Em seguida propõe-se a utilização do simulador de fases da Lua, que consiste em uma caixa com uma bola de isopor suspensa em seu interior, no centro da caixa, e quatro orifícios para observação, estando logo abaixo de um dos orifícios uma lâmpada de lanterna, conforme a figura esquemática abaixo.

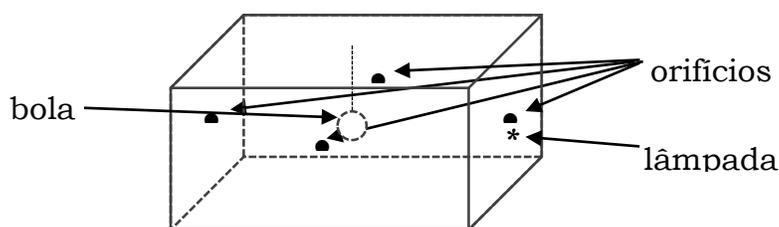


Figura 2: simulador de órbitas da Lua

O simulador é um recurso simples, que pode ser feito de material de baixo custo – na oficina foi utilizada uma caixa de folhas A4 – mas que ilustra as quatro fases principais da Lua, auxiliando na elucidação de dúvidas.

Discutidas as fases da Lua passa-se para as influências da Terra na Lua e vice versa. Essencialmente a influência mútua é decorrente da interação gravitacional, mas não consiste apenas em um astro girar em torno do outro. A

interação ocorre de maneira diferente em partes mais próximas e mais afastadas dos astros, o que gera o efeito de marés, que ocorre em ambos simultaneamente, mesmo a Lua não tendo mares. Mas os efeitos observáveis de marés não são os únicos decorrentes desta interação, e envolvem também a ação gravitacional exercida pelo Sol. As próprias alterações de velocidade da rotação dos astros e da sua translação sofre alterações em virtude desta interação. (PIMENTA, FERREIRAL e AFONSO, 2014; Silveira, 2003)

O recurso utilizado para discutir as forças que causam as marés foi baseado em Silveira (2003). Consiste em analisar as forças internas em diversos pontos da Terra, que é um corpo extenso, sob a perspectiva de um referencial não inercial, pois a Terra está acelerada. Neste caso é preciso considerar, além da atração gravitacional, exercida pela Lua e pelo Sol sobre a Terra, a força fictícia ou inercial, devida à aceleração do planeta. A análise proposta é qualitativa, com base na Lei da Gravitação Universal.

Para abordar a rotação da Lua o recurso proposto é o de movimento novamente. Uma pessoa parada representa a Terra e uma pessoa gira ao seu redor, sempre olhando para a pessoa parada. Se o círculo descrito pela pessoa em movimento é cada vez menor, fica mais fácil de perceber os dois movimentos. Sendo assim também é possível discutir que o chamado lado escuro da Lua na verdade é o lado que não podemos ver, pois como ela também descreve movimento de rotação todas as suas faces, em algum momento do mês, estarão sob incidência da luz solar.

A última atividade neste módulo refere-se à ocorrência dos eclipses. A atividade proposta para abordar os diferentes tipos de eclipses consiste em utilizar duas bolas de isopor de tamanhos diferentes e uma lâmpada. Os eclipses solares somente podem ocorrer quando a Lua está na fase nova ou próxima a esta fase, pois precisa estar no céu durante o dia. Posicionando-se a bola de isopor pequena entre a lâmpada e a bola maior é possível analisar o rastro de sombra da bola menor na maior, quando esta última gira em torno de si. Facilita a discussão do fato de que os eclipses solares não podem ser visto em todos os

lugares ao mesmo tempo. Com a bola maior entre a lâmpada e a bola menor é fácil fazer perceber que a pequena fica totalmente imersa na sombra da bola maior, justificando o fato de que os eclipses lunares podem ser vistos em todos os lugares da Terra em que é noite.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira versão do conjunto de oficinas foi ministrada em uma parceria entre UFRGS e UNIVATES, por meio de um curso de formação continuada como parte integrante do conjunto de ações do OEI – Observatório Educativo Itinerante, já descrito anteriormente.

A aplicação da primeira versão das oficinas foi prevista para as seguintes datas: módulo 1 na noite de 17/10/2014, módulo 2 e módulo 3 na manhã e na tarde de 18/10/2014, módulo 4 na noite de 07/11/2014 e módulo 5 na manhã de 08/11/2014. Em função de atividades internas da instituição houve alteração, mediante prévio aviso aos inscritos, nas datas dos módulos 4 e 5. O módulo 4 ocorreu na manhã do dia 08/11 e o módulo 5 na manhã do dia 22/11. Como os módulos eram independentes, o número de participantes foi se modificando em cada módulo e, por estar ocorrendo no segundo semestre do ano de 2014, em especial os módulos 4 e 5 coincidiram com datas festivas na instituição e com o ENEM, o que reduziu bastante o número de participantes nos dois últimos encontros, em especial no último.

A reflexão aqui apresentada será feita primeiramente a partir da descrição da aplicação desta primeira versão, com a análise das respostas às questões de levantamento de ideias. Em seguida serão feitas considerações sobre as dificuldades encontradas, algumas reformulações em versões posteriores e o produto final.

4.1 Módulo 1

A oficina iniciou-se com a aplicação do teste de concepções prévias e foi solicitado que o participante informasse também o motivo de ter se inscrito no curso.

Neste módulo houve 22 participantes, com interesses diversos. A seguir uma breve descrição destes participantes.

- 1 Estudante de psicologia e de curso técnico em enfermagem– curiosidade, interesse em saber mais sobre a área.
- 1 Egresso de um curso de turismo: curiosidade sobre o assunto.
- 1 participante da Área de humanas: responder diversas perguntas, gosta da área.
- 1 Engenheiro: gosta do tema e quer aprender mais.
- 1 Astrônomo amador: aperfeiçoar conhecimentos.
- 11 Estudantes de ciências Exatas – Licenciatura que habilita para matemática, Física e Química para o Ensino Médio e matemática para o Ensino Fundamental: interesse em aprofundar, aperfeiçoar ou adquirir conhecimentos na área, trocar experiências, adquirir materiais para poder utilizar em aula. Extensão.
- 3 Alunos do 3º ano do Ensino Médio: gostam da área, querem cursar astrofísica, têm curiosidade sobre o assunto.
- 1 Professora de Geografia formada em história: capacitação para trabalhar com a OBA.
- 1 Professora de Física: obter atividades práticas para trabalhar o conteúdo

As questões foram elaboradas com o intuito de perceber se os participantes tinham alguma noção sobre como foi possível compreender como o nosso Sistema Solar é composto, como se chegou à determinação das distâncias de cada planeta ao Sol e ao período de translação de cada um. Mas também de evidenciar se algumas daquelas conhecidas concepções sobre as órbitas dos planetas se faziam presentes entre os participantes.

As respostas foram agrupadas, quando possível, em categorias por semelhança, sem pretensão de se comparar grau de evolução, nominadas por letras para facilitar a distinção e os comentários. As categorias de cada questão são independentes, salvo quando dito o contrário. Para melhor elucidação os grupos de respostas foram organizados em uma tabela para cada questão e, logo

abaixo de cada tabela, tece-se algumas reflexões sobre as respostas apresentadas. Os comentários a respeito da aplicação da oficina serão feitos após as reflexões e classificações das respostas dos participantes.

Questão 1: Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?		
Categoria	Incidência	Resposta dada
A	6	Apenas dizem que tem formato elíptico
B	3	Variações de velocidade na órbita
B	3	Pela sua excentricidade
B	3	Distância focal, pelo tamanho, pela distância ao Sol
C	3	Pelas estações do ano
D	2	Por observações e cálculos
E	1	Tempo que leva para surgir no campo de visão e posição em relação ao Sol no horizonte
F	1	Não respondeu
	22	TOTAL

Na categoria A tem-se 6 pessoas que não entenderam a pergunta, pois simplesmente se referiram ao seu formato elíptico, sem qualquer outra referência à forma de se chegar a este formato.

Na categoria B identifica-se que os participantes utilizaram o conhecimento sobre as leis de Kepler para responder a pergunta, fazendo referência às diferentes velocidades do planeta na órbita, previstas na segunda lei de Kepler, ou à excentricidade ou à posição dos focos, descritos na primeira lei de Kepler. É interessante perceber aqui que o resultado é usado como a causa, quer dizer, para que Kepler chegasse a estas leis houve algum procedimento, e elas são o

resultado da cuidadosa análise dos dados obtidos por este procedimento. Há uma inversão de prioridades!

A categoria C atribui a determinação das órbitas às estações do ano. Seria preciso investigar o que estaria por trás desta resposta, mas talvez imaginando a dinâmica de alterações no céu, na medida em que o ano se passa. Porém as estações são diferentes, dependendo do lugar.

Na categoria D, 2 participantes percebem que a determinação não é direta, é preciso observar, medir e calcular algo. Porém não identificam o que deve ser medido ou que tipo de cálculo deve ser realizado.

A categoria E é próxima da D, porém há indicação de que o sujeito percebe que é preciso relacionar a posição do planeta com a posição do Sol no horizonte.

Na categoria F simplesmente não há resposta.

Salienta-se também que em realizações posteriores deste módulo da oficina o tipo de respostas obtidas demonstrava o mesmo fato: mesmo as pessoas que têm conhecimento das leis, talvez por suas vivências escolares, em geral não têm compreensão de como estas leis puderam ser elaboradas, que tipo de medidas e que tipo de relações foram utilizadas para que chegassem a estas leis, no caso as Leis de Kepler. Esta característica remete ao referencial aqui utilizado, de que o sujeito não necessariamente toma consciência sobre as concepções que traz, sobre a forma como construiu esta concepção e sobre uma forma de utilizar coerentemente estas concepções.

Este fato leva a atribuir relevância ao material produzido, enquanto ferramenta cultural, que está direcionado justamente para a reflexão sobre procedimentos, dificuldades, limitações e compreensão do processo de obtenção e análise dos dados.

A questão 2 refere-se basicamente a evidenciar a presença ou não da concepção de que as elipses das órbitas têm excentricidade exagerada, apresentada anteriormente, por ser largamente discutida nas publicações da área. Segue a classificação das respostas e os comentários

2 Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação, a órbita da Terra em torno do Sol?		
Categoria	Incidência	Representação
A	7	Excessivamente elíptica com o Sol deslocado no centro
B	9	Excessivamente elíptica com o Sol no centro
C	5	Desenharam ou escreveram que é quase um círculo
D	1	Desenhou o Sol e a Terra sem indicar um formato para a órbita
	22	TOTAL

Apenas 5 dos 22 participantes (categoria C) já sabiam que as órbitas são quase círculos e representaram coerentemente a figura. Dos 16 que utilizaram órbitas com excentricidade exagerada (categorias A e B), 7 posicionaram o Sol no centro da elipse, demonstrando um conhecimento parcial sobre o que é uma elipse e sobre como este modelo se aplica às órbitas dos planetas. Apenas uma pessoa demarcou dois focos em sua elipse exagerada, com o Sol posicionado sobre uma das marcas. A categoria D talvez indique desconhecimento, falta de compressão da questão, ou simplesmente receio de cometer erros.

A Questão 3 refere-se aos procedimentos e medidas necessários para que se pudesse determinar o raio médio da órbita dos planetas bem como perceber que estas órbitas, apesar de próximas de um círculo, são na realidade elipses. Para que isto possa ser realizado é preciso que haja uma forma de identificar quais são os planetas inferiores (com órbitas menores que a da Terra) e quais são os planetas superiores (com órbitas maiores que a da Terra).

3 Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	5	Não responderam
B	1	Por observações de distância, luz e tamanho
B	5	Pelo tamanho: quanto menor mais distante
B	1	Pela magnitude
B	3	Pela intensidade da luz emitida/refletida: maior brilho mais próximo
C	1	Sabendo as distâncias
C	1	Medindo a quantos anos luz ele está
D	1	Tempo de translação
D/E	1	Atração gravitacional e período de translação
E	1	Pela força gravitacional
F	1	Cálculos e uso de equipamentos específicos
	22	TOTAL

5 pessoas não responderam. A categoria B indica respostas que atribuem esta percepção exclusivamente a propriedades do que se observa no planeta, como magnitude ou brilho ou tamanho. Surpreende (mas não tanto) que 5 pessoas atribuem esta conclusão ao tamanho do planeta, imaginando que os planetas mais distantes parecerão menores e vice versa, sem se dar conta de que os tamanhos dos planetas são muito diferentes e que, portanto, esta não seria uma característica viável para resultar nesta conclusão – que planeta está mais próximo ou mais distante do Sol que a Terra.

As categorias C e E indicam novamente a inversão percebida na questão 1, utilizam o resultado da análise das medidas, ou seja, a distância em si ou a lei

da gravitação universal, para explicar a forma de chegar ao resultado. Nesta categoria seria possível inferir o hábito escolar em muitos contextos de ensino de Física, no qual é dada uma equação ou um dado e o estudante apenas precisa utilizar estas informação para determinar resultados, sem refletir sobre a construção do conhecimento científico utilizado na instrução. Destaque para a medida de distância em ano luz. Embora não fosse o foco da oficina foi aberto um parêntese neste primeiro dia para se discutir o quanto grande seria a distância de um ano luz e a incoerência de se utilizar esta unidade de medida para lidar com as distâncias internas ao nosso Sistema Solar próximo. Comentou-se a possibilidade de utilizar minutos luz neste contexto.

Um participante percebeu que seria necessário realizar alguma medida e/ou efetuar algum cálculo, sem porém se dar conta que talvez não fosse envolvido nenhum procedimento de grande complexidade – que é perceber quais planetas somente são observados durante o dia ou em horários próximos ao entardecer ou amanhecer, e quais podem também ser observados durante a noite alta.

A questão 4 tinha o objetivo de levar a refletir sobre a determinação dos períodos mas também sobre o fato de que nosso planeta não é estanque, e que, portanto, é preciso imaginar as influências deste movimento no que se pode observar no céu.

A variedade de respostas aqui foi extensa. Três participantes não arriscaram uma resposta.

A categoria B traz novamente a inversão, usa o conhecimento construído a partir das medidas, para determinar a medida em si!

A categoria C expressa a percepção de que é necessário determinar o tempo para que algo aconteça, embora não haja um consenso de que é o tempo para passar no céu em uma noite, em um ano, ou para atingir uma determinada posição no céu. Nenhum dos 8 enquadrados nesta categoria parece ter percebido

que os movimentos de rotação e de translação da Terra irão interferir no tempo que será medido.

4 Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso Sistema Solar?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	3	Não responderam
B	1	Usa a terceira lei de Kepler
B	2	Só dizem que período é o tempo para dar uma volta no Sol
C	1	Tempo que leva para passar por nós
C	4	Tempo que leva para estar no mesmo lugar do céu
C	1	Tempo que leva para cruzar o céu em uma noite
C	2	Pela posição no céu - movimento
D	5	Por observação/estudo do Sistema Solar
E	1	Pela posição no céu na mesma época do ano
F	2	Tempo para estar na mesma posição levando em conta o período da Terra
	22	TOTAL

A categoria D é vaga, 5 respostas indicam a necessidade de estudar, observar ou medir, mas sem nenhum indicativo de percepção do que poderia ser medido.

Uma resposta tem implícito o movimento da Terra – posição do planeta na mesma época do ano – mas não há uma evidenciação do que exatamente poderia ser determinado neste período – 1 ano terrestre.

Dois participantes percebem a necessidade de levar em conta o período da órbita terrestre, sugerindo também o tempo que o planeta levaria para estar na mesma posição.

A questão 5 seria uma dica para reflexão na questão anterior, e talvez tenha direcionado algumas das respostas anteriores. Seguem as respostas

5 O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.		
Categoria	Incidência	Resposta
A	4	Não pois temos que considerar que a Terra também se move
B	1	Não pois o que vemos é seu rastro de luz que não coincide com a velocidade
C	2	Sim
C	4	Sim pois esta é a definição do período
C	3	Sim mas depende da órbita do planeta
D	3	Não
D	1	Não pois a trajetória muda
D	2	Não pois os tempos de translação é diferente e pode causar algum engano aqui da Terra
E	2	Não responderam
	22	TOTAL

Veja-se que agora, na categoria A quatro pessoas perceberam que o movimento da Terra deve ser levado em conta, mesmo sem alterar a resposta anterior. Será que isto poderia ser considerado uma indicação de que a hipótese da fragmentação do conhecimento prévio pode ser correta? Esta e algumas

outras incongruências nas respostas parecem indicar este caminho como uma possibilidade bastante viável.

Na categoria B parece que o indivíduo imagina que o planeta está muito mais distante do que está na realidade.

Na categoria C vemos 9 pessoas que apontam esta como a definição de período, sem identificar a interferência do movimento terrestre na observação.

6 participantes dizem que não mas, ou não justificam ou atribuem a negativa ao movimento do planeta na órbita, e não ao movimento da Terra.

Duas pessoas não responderam.

Como em princípio o curso era direcionado a professores, ou licenciandos, achou-se apropriado finalizar com uma questão sobre o conhecimento específico a respeito das leis de Kepler.

6 Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.		
Categoria	Incidência	Resposta
A	6	Não responderam
A	8	Só ouviram falar ou estudaram sem lembrar. Não emitem opinião sobre a questão
A	2	Sim (sem comentários)
B	1	Enuncia as 3 leis, mas não responde a pergunta
C	1	Conhece as leis e diz que é possível, mostrando a 3ª lei de Kepler
C	1	Enuncia as leis e responde que sim, citando a lei das órbitas
D	3	Não pois são sistemas diferentes
	22	TOTAL

Em vista do contexto não ser limitado, quer dizer, havendo participantes de diversos níveis e diversas áreas de atuação, é claro que há um grande número de respostas vagas ou inexistentes – 16 dentro da categoria A.

A categoria B mostra um participante que até conhece as leis, mas ainda não consegue atribuir a elas o significado necessário, pois não utiliza essas leis para analisar ou tentar responder à questão.

A categoria C indica algo parecido, pois duas pessoas enunciam as leis, porém uma diz que sim é possível utilizar estas leis para comparar os períodos destas órbitas, sem se dar conta que, modificando-se o “centro de gravidade” das órbitas é também modificada a constante a que se refere a terceira lei de Kepler. A outra pessoa nesta categoria faz alusão à lei das órbitas para justificar sua resposta afirmativa. Também não foi atribuído um significado coerente à expressão das leis enunciadas.

Na categoria D vemos que apenas 3 participantes respondem que não, argumentando coerentemente que são sistemas diferentes, não necessariamente com estas mesmas palavras.

Como as questões foram respondidas durante a realização da oficina, não foi possível analisar calmamente todas as respostas antes de se iniciarem as atividades. Porém como uns terminaram antes do que outros houve a possibilidade de um levantamento parcial destas ideias.

A primeira atividade realizada na oficina serviu para definir a medida que torna possível a determinação dos períodos das órbitas dos planetas, a elongação. Foi sugerida a construção de um quadrante rudimentar e a forma como utilizá-lo.

Para que se pudesse vivenciar os procedimentos foram utilizados os dados de elongação do planeta Vênus, (disponível em CANIATO, 2011), registrados durante um período de 720 dias. Frisar o período de tomada de dados que tornasse possível a determinação do tempo foi importante para que muitos dos participantes se dessem conta do quanto o processo foi árduo e demorado,

exigindo persistência e constância por parte do pesquisador. A construção do gráfico não foi tão trivial quanto o esperado e sua interpretação para a determinação e diferenciação do período aparente e, posteriormente, do período verdadeiro, também exigiu auxílio entre os participantes e da ministrante.

A segunda atividade envolveu a determinação dos raios médios das órbitas dos planetas inferiores, a partir das medidas de máxima elongação e de geometria plana simples, conforme citado no capítulo anterior. A atividade consiste em desenhar um círculo de raio qualquer, representando a órbita da Terra e as posições de máxima elongação do planeta considerado. Uma observação bem pessoal se faz relevante neste ponto: na primeira versão da oficina, que é esta que relato, me parecia óbvio que os participantes perceberiam que a definição da unidade astronômica (UA) era necessária pela impossibilidade de se determinar em unidades conhecidas na época a distância da Terra ao Sol e, como as medidas dos raios médios eram obtidas por semelhança de triângulos seria óbvio também que as distâncias calculadas não poderiam ser obtidas em uma unidade conhecida. Pois bem, não foi o que ocorreu, percebi que se fazia necessário explicitar e discutir o fato entre os participantes, e que, sem exceção, foi uma surpresa tomar consciência deste fato. Assim nas aplicações posteriores, já ciente deste problema, a impossibilidade já foi sendo destacada desde o início.

Embora não tenha sido realizada a determinação do raio da órbita de planetas superiores, foi apresentada a forma geométrica de lidar com esta situação análoga, a partir de dados de elongação do planeta Marte¹².

Compreendidos, ou ao menos discutidos, os procedimentos necessários para a determinação dos raios das órbitas dos planetas, foi realizada uma discussão sobre alguns fatos históricos que levaram à constatação de que as órbitas deveriam ser elipses, com base no texto de Medeiros (2002). Como não podia deixar de ser foi um momento similar à contação de histórias, que parece

¹² Adaptados de <http://astro.if.ufrgs.br/kepler/problema/keplertb.htm>

deter fortemente a atenção e a curiosidade dos participantes, que interagiram e perguntaram sobre o relato histórico que foi feito, com um pouco de interpretação para dar mais emoção aos fatos.

Concluído o que a maioria já “sabia”, que as órbitas são elípticas, com o auxílio de simulações interativas utilizando o ORBIT¹³, foram apresentados os formatos em escala das órbitas de diversos planetas, destacando-se a definição da excentricidade e o posicionamento correto do Sol dentro da órbita. Para que não fosse uma mera apresentação, realizou-se uma atividade com imagens capturadas em tela, com a utilização do simulador, para identificar, por meio de contagem de quadrinhos em diferentes áreas varridas no mesmo tempo, na órbita do planeta Mercúrio, que é a mais excêntrica do nosso Sistema Solar. Foi interessante pelo fato de que tiveram que realizar manualmente a tarefa e perceber uma forma simples de chegar à segunda lei de Kepler: Lei das áreas.

As atividades previstas neste módulo seguiam ainda com a terceira lei de Kepler e uma forma de, a partir dela, chegar à Lei da Gravitação Universal, porém em vista do bom andamento das atividades e da necessidade de se esclarecer muitas dúvidas, foi combinado com os participantes que as atividades restantes seriam realizadas na manhã seguinte. Infelizmente nem todos retornaram no dia seguinte.

A manhã seguinte iniciou-se com uma atividade envolvendo dados de períodos, em anos, e raios médios de órbitas, em UA, para os planetas do Sistema Solar. A proposta seria induzir os participantes a perceberem em que condições aproximadas se poderia dizer que há algum tipo de proporcionalidade entre os períodos e os raios médios das órbitas. A condução foi feita por construção de gráficos, $T \times R$ e $T^2 \times R^3$, bem como pela determinação da constante de proporcionalidade. Segue uma tabela com os valores obtidos a partir da atividade.

¹³ Simulação disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/Orbit/nebraska.htm>

Planeta	T (anos)	T ² (anos ²)	R (UA)	R ³ (UA ³)	Razão T/R	Razão T ² /R ³	T (s)	R(m)	T ² /R ³ (s ² /m ³)
Mercúrio	0,241	0,05808	0,387	0,05796	0,6227	1,0020	7600176	57894375961	2,977.10 ⁻¹⁹
Vênus	0,615	0,3782	0,723	0,3779	0,8506	1,0008	19394640	1,08159.10 ¹¹	2,973.10 ⁻¹⁹
Terra	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	31536000	1,49598.10 ¹¹	2,970.10 ⁻¹⁹
Marte	1,888	3,564	1,524	3,540	1,239	1,0070	59539968	2,27987.10 ¹¹	2,991.10 ⁻¹⁹
Júpiter	11,86	140,66	5,204	140,9	2,279	0,9980	3,74.10 ⁰⁸	7,78507.10 ¹¹	2,965.10 ⁻¹⁹
Saturno	29,46	867,9	9,545	869,6	3,086	0,9980	9,29.10 ⁰⁸	1,42791.10 ¹²	2,965.10 ⁻¹⁹
Urano	83,70	7006	19,19	7067	4,362	0,9913	2,64E+09	2,87078.10 ¹²	2,945.10 ⁻¹⁹
Netuno	164,8	27159	30,00	27000	5,493	1,0059	5,2E+09	4,48794.10 ¹²	2,988.10 ⁻¹⁹

É claro que foi retomada a discussão sobre o desconhecimento do valor da UA, porém reiterada sua importância na compreensão da dinâmica do nosso Sistema Solar. Em especial entre aqueles participantes adeptos da matemática, percebe-se o incômodo em aceitar que a relação T^2/R^3 envolve uma constante, se os valores não são exatamente iguais, o que é recorrente na reatuação da oficina e em outras atividades já realizadas com participação deste tipo de público. Talvez uma característica de uma comunidade que busca exatidão... Para ilustrar a utilização de unidades mais habituais, foi solicitado também que as unidades fossem convertidas para segundos e metros, a partir do valor da UA, hoje conhecido, e que a constante fosse também determinada em unidades SI. Já havia aqui a intenção de utilizar estes valores na busca pela relação entre leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal, em unidades do Sistema internacional.

Como o módulo ficou dividido, e o assunto do módulo 2 seria a gravitação universal, e, ainda, muitos tinham pouca familiaridade com essa lei, terminada a atividade da terceira Lei de Kepler passou-se para o levantamento de ideias para o próximo módulo, com a intenção de primeiramente identificar algumas propriedades do campo gravitacional, para apenas depois conduzir a discussão das relações.

4.2 Módulo 2

A primeira questão para o levantamento de ideias envolve uma dúvida recorrente, que aparece em sala de aula e fora dela com frequência muito elevada. Seguem a questão e as principais categorias encontradas.

1 A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	4	Apenas uma figura com um círculo e 2 vetores perpendiculares
B1	1	A aceleração é normal à velocidade muda apenas sua direção
B2	1	Está sempre em queda livre em torno da Terra
C	4	Justificam com uma força contrária à gravitacional ou tangente à trajetória
E	1	Pois a velocidade e o peso da Terra são maiores que os da Lua
F	2	Não responderam
	13	TOTAL

Na categoria A, como não há uma explicação apenas a simbologia de dois vetores perpendiculares entre si, pode-se inferir que as 4 pessoas que apresentaram sua resposta desta forma já viram alguma explicação a respeito, com a utilização da velocidade tangencial tendo sua direção modificada por uma força centrípeta, mas não conseguiram dominar a linguagem que possibilitaria a explicação do fenômeno. Infere-se que, embora a figura seja coerente com a explicação que seria esperada como correta, estas pessoas não se apropriaram da linguagem e dos significados necessários para a compreensão do fenômeno.

Na categoria B, é possível perceber que há compreensão do movimento tangencial, que sofre interferência de uma componente centrípeta. No caso de B1 não se tem certeza se há compreensão de que o movimento envolve uma queda contínua, e em B2 não se tem certeza se, embora tenha sido compreendido o fato de que a Lua está em queda continuamente, há domínio quanto às grandezas vetoriais envolvidas.

A categoria C expressa uma concepção comum de que para que o corpo permaneça na órbita é preciso que a resultante das forças seja nula, pois as 4 respostas incluídas nesta categoria inserem a necessidade de haver outra força para equilibrar o movimento.

A resposta E refere-se ao fato de que a velocidade e o peso da Terra são maiores que os da Lua. Supõe-se que a resposta indique que a Terra estaria na verdade fugindo da Lua enquanto a Lua cai na Terra...? A última categoria envolve 2 pessoas que não responderam a questão.

A questão 2 repete a ideia da 1, porém modificando os astros envolvidos, o que pode auxiliar a perceber se há coerência no raciocínio utilizado para responder as duas questões. Em virtude da similaridade das situações, procurou-se manter as mesmas categorias com os mesmos significados associados às respostas.

Na categoria A antes 4 pessoas utilizaram esta figura como explicação, agora, porém apenas duas disseram que a explicação é a mesma. As duas pessoas mudaram sua explicação para as formas que aparecem nas categorias D e E. Em E, aparentemente a lógica é mantida, o “estado de órbita” parece ser explicação suficiente para o corpo não cair. Por isto talvez a figura apresentada em A parecesse falar por si só. Ou simplesmente a pessoa entende que as situações são diferentes. Mais um ponto que daria para ser investigado com

maior detalhe por meio de entrevista¹⁴. Em D a pessoa parece imaginar que, devido à distância entre o Sol e os planetas ser muito grande, o Sol não poderia provocar a sua queda. Fica a questão sobre o motivo do planeta ficar em órbita neste caso. Será que a pessoa imagina que é um “movimento natural” dos planetas? A riqueza de possibilidades parece não ter fim.

2 Por que a Terra e os outros planetas no Sistema Solar não caem no Sol?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	2	Apenas uma figura com um círculo e 2 vetores perpendiculares
B1	1	A aceleração é normal à velocidade, muda apenas sua direção
B2	1	Está sempre em queda livre em torno do Sol
C	4	Pois a força centrípeta é contrária à gravitacional
C	1	Pois a força gravitacional se divide entre tangencial e centrípeta
C	2	Por que os planetas também têm força gravitacional
D	1	Por que sua força de gravitação está longe do Sol
E	1	Pois estão em órbita
	13	TOTAL

Em C, embora com pequenas alterações fica mantida a ideia de que as situações têm explicações semelhantes.

¹⁴ Apenas para deixar claro, a proposta do trabalho aqui apresentado é apresentar o material proposto e discutir sua aplicabilidade, mas é interessante destacar possibilidades para pesquisas futuras reveladas a partir de sua aplicação, embora não fosse o objetivo primordial.

Como há diversos trabalhos que apontam dificuldades na compreensão sobre o que seria a atração gravitacional e por que ela ocorre, achou-se apropriado buscar identificar o tipo de explicação que surgiria neste item.

3 Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	5	Por que tem massa significativa (em relação às coisas que atrai)
B	5	Por causa da gravidade ou do centro de gravidade
C	2	Por que tem massa
C	1	Por causa da gravidade, devida à sua massa
	13	TOTAL

Embora na categoria A seja feita alusão à massa como origem da força gravitacional, em vista do contexto das respostas fornecidas para a questão 6, e pela inserção da palavra “significativa” como necessidade para que a força gravitacional ocorra, pode-se entender que estas 5 pessoas imaginam que esta força exista somente quando um dos corpos tem massa muito maior do que o outro. E que apenas o corpo de massa mais significativa exerce força sobre o corpo de menor massa. Se for assim, esta seria uma concepção que demonstra deficiências na elaboração do conceito de força, como uma ação *entre* dois corpos, simultaneamente.

Na categoria B simplesmente é citada a gravidade, sem atribuir a ela uma causa ou origem específica.

As três respostas enquadradas na categoria C, ainda que não com um domínio explicativo muito desenvolvido, atribuem a origem da força gravitacional

à massa dos corpos, sem fazer distinção quanto a quantidade de massa de cada um.

4 Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	12	Por que a gravidade da Lua é menor que a da Terra/massa menor que a da Terra
B	1	Não Sei
	13	TOTAL

Nesta questão considera-se que, como de alguma forma, todos haviam atribuído alguma função à massa como origem da força gravitacional, é compreensível que 12 das 13 pessoas tenha atribuído esta diferença à menor massa da Lua. Interessante que uma delas, mesmo tendo citado a massa na questão anterior, não a tenha utilizado para elaborar uma explicação.

Como alguns dos trabalhos lidos sobre interações gravitacionais alertam para dificuldades em distinguir e significar campo, força e aceleração, mas também com base na experiência profissional, ao perceber que alguns livros não distinguem a aceleração gravitacional, que seria a aceleração (taxa de variação de velocidade) de qualquer corpo que caísse livre da resistência do ar, do campo gravitacional que é a força exercida por unidade de massa em uma determinada região do espaço, acredita-se relevante identificar se professores em atuação e em formação distinguem estes significados.

Classificação difícil, em virtude da diversidade. Em cada resposta foram atribuídas três categorias, B C e D, para classificar significados de aceleração, X e Y para classificar significados de gravidade, α , β e γ para classificar significados

de campo gravitacional. O para ausência de significado ou resposta em qualquer dos itens.

5 Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.		
Categoria	Incidência	Resposta
O	2	Não responderam
B O O	1	Define aceleração como variação da velocidade. Não distingue o resto
C O O	1	Aceleração da gravidade é a aceleração de um corpo em queda. Não distingue o resto
C X α	6	Aceleração=queda livre/aceleração adquirida/exercida por um corpo em queda livre Gravidade= força do planeta Campo gravitacional =espaço em que a gravidade atrai para o centro por meio da aceleração
B Y β	1	Aceleração da gravidade =aumento da velocidade de acordo com a aproximação com o núcleo Gravidade= força de empuxo Campo gravitacional=limite da força de atração
O X Y	1	Não fala da aceleração Gravidade=força de atração Campo gravitacional=força emanada
D X O	1	Aceleração da gravidade=distância por segundo percorrida por um corpo no campo gravitacional Gravidade=força de atração de qualquer corpo maciço Relação: Quanto mais distante do centro gravitacional menor é a aceleração do objeto em direção ao planeta. Complementa com um esboço de gráfico de F x d
	13	TOTAL

Observa-se que 4 pessoas não atribuíram qualquer significado à gravidade nem ao campo gravitacional, três pessoas não atribuíram significado à aceleração da gravidade, e uma não atribuiu significado apenas ao campo gravitacional. 7 pessoas definem aceleração da gravidade como aceleração de queda, ou seja usa o nome da grandeza como se fosse o significado – Categoria C.

Duas pessoas afirmam que aceleração é a variação da velocidade, sem considerar que o tempo de variação faz parte da definição de aceleração como taxa – categoria B. Uma pessoa classifica aceleração, por interpretação equivocada de sua unidade, como distância percorrida por segundo, o que na verdade remete a aceleração como sinônimo de velocidade, concepção exaustivamente discutida na década dos anos 1980.

Quanto à gravidade, 8 pessoas (categoria X) associam seu significado simplesmente à força, alguns adicionam adjetivos como “de atração” ou “do planeta” e uma a classifica como força de empuxo – categoria Y. Nas categorias α (6 pessoas) e β (1 pessoa) o campo é associado ao espaço, porém na categoria γ é um espaço limite para a ação da força gravitacional e, na categoria X, a força é espaço de atuação desta força. O interessante nesta categoria é que fica implícito que a aceleração é a forma de atuação da força e não uma consequência da força gravitacional. A categoria γ trata o corpo como uma força emanada – uma resposta – parece remeter à noção de força em uma região como um perfume que se espalha pelo ar.

A questão 6 de certa forma remete à questão 3, por isto pretendeu-se que as categorias fossem as mesmas, para que fosse possível analisar coerência entre ambas, conforme dito acima.

Na categoria A percebe-se que as mesmas 5 pessoas atribuem a dificuldade em perceber esta atração pois um dos corpos deveria ter massa significativa se comparado ao outro. Na categoria B, enquanto anteriormente 5 pessoas atribuíam a atração à gravidade, sem explicar sua origem, agora apenas 3

peças se mantêm com uma explicação de que a força da gravidade  muito pequena ou G  muito pequeno, ainda sem falar da origem.

6 Se mteria atrai mteria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	4	Força desprezível pela pequena massa da cadeira
A	1	As massas não são significativas uma em relação  outra
B	2	Força de atração muito pequena, sem dizer por que
B	1	Pois G  muito pequeno
C	1	Massas menores → atração menor
D	1	Há outras forças sendo exercidas
D	2	A força de atração da Terra  muito maior, por isto não sentimos
D	1	Por que eu estou exercendo força sobre ela para ficar parada e não estou exercendo velocidade
	13	TOTAL

J na categoria C, na qual havia três pessoas atribuindo a ação da gravidade às massas dos corpos que se atraem, apenas uma citou as massas pequenas como causa da impossibilidade de se perceber a atração. Na categoria D, que surge aqui, 3 pessoas atribuem a causa da atração não ser percebida  existência de outras forças.

As atividades aqui envolvidas se iniciam com uma determinação do campo gravitacional a partir da utilização do pêndulo simples. Primeiro  apresentada

uma dedução simples para a expressão do período de um pêndulo simples¹⁵, e sob que condições considera-se que um pêndulo é simples.

A seguir é realizada uma atividade de medida do período do pêndulo, com o intuito de se determinar o campo gravitacional local. A atividade é clássica e envolve medidas do período do pêndulo para diversos comprimentos – 30cm, 60cm, 90cm e 120cm. Obtendo-se os valores de período iguais a 1,1s, 1,56s, 1,9s e 2,2s respectivamente. Utilizando-se estes valores na equação obtida para o período, obtém-se em média 9,8N/kg ou, em unidades de aceleração, 9,8m/s².

A partir dos resultados da atividade foi proposta a atividade de papel e lápis que “guia” a obtenção da relação entre a terceira lei de Kepler e a Lei da Gravitação Universal de Newton¹⁶:

É comum ouvirmos dizer que, quando Newton chegou às Leis do movimento e à Lei da Gravitação Universal, era possível, a partir destas, chegar às Leis de Kepler, ou vice versa, mas como?

Vamos tentar simplificar este caminho.

1. Supondo que os planetas girem em torno do sol em movimento circular uniforme, qual seria a expressão que nos permitiria encontrar a força que os mantém em órbita?
2. Qual a expressão que permite determinar a velocidade em um movimento circular uniforme?
3. É possível relacionar esta expressão com a 3ª lei de Kepler, por meio do período. Faça-o para obter uma relação entre velocidade e raio da órbita.
4. Relacione este resultado com a força que mantém os planetas em órbita. Que tipo de relação há entre força e raio da órbita? Compare com a lei da Gravitação Universal.

Utilize a equação da aceleração centrípeta no MCU para determinar a aceleração centrípeta de cada planeta. É possível estimar, com estas relações, a força de atração gravitacional? E a constante de Gravitação Universal?

¹⁵ Com base em LIMA & PIACENTINI, 1984.

¹⁶ Com base em MORAIS, 2009.

Os participantes precisaram de auxílio para a execução da tarefa, denotando o trabalho na zona de desenvolvimento proximal da maioria dos participantes.

Esta atividade introduz a realização da última proposta deste módulo: Utilização da balança de Cavendish para a determinação da constante de Gravitação Universal.

Como não é em qualquer lugar que se tem acesso a uma balança deste tipo, em virtude do alto custo de materiais instrucionais tão específicos e de qualidade, foi elaborado um pequeno vídeo com uma breve explicação do que seria uma balança de Cavendish, na qual a projeção da luz do laser na parede fica durante todo o tempo acompanhada de um cronômetro. A finalização foi construída em tempo acelerado, para que fosse viável sua utilização para a aquisição de dados e obtenção de G , durante um período de aula.

Como os participantes tiveram diversas dificuldades na realização das tarefas, o tempo necessário para sua realização se estendeu bastante, sendo utilizado toda a manhã e a tarde do dia 18/10/2014 para a finalização dos módulos 1 e 2. Neste momento foi previamente avisado que houve alteração de datas e quais seriam as novas datas aos participantes que desejassem seguir com a formação (08 e 22 de novembro de 2014).

Em vista das alterações ocorridas foi necessário que o módulo 3 e o módulo 4 fossem aglutinados em um só turno, o que limitou o número de atividades possíveis de serem realizadas.

4.3 Módulos 3 e 4

Em vista das necessidades e reformulação citadas anteriormente, os módulos 3 e 4 foram transformados em um só, envolvendo a discussão sobre as

órbitas possíveis, o lançamento de foguetes e a análise e discussão de algumas cenas de filmes de ficção científica.

Sendo assim as questões para o levantamento de ideias foram reduzidas a um só questionário. A primeira questão, de certa forma poderia servir para avaliar algum avanço nas concepções dos participantes a respeito da interação gravitacional e da estabilidade das órbitas, porém, como o número de pessoas não era o mesmo, e alguns participantes deste módulo não estiveram nos anteriores, esta análise ficou prejudicada.

1 Como se pode colocar um satélite em órbita?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	1	Leva até fora da atmosfera e lança. A velocidade permanece constante se a gravidade for desprezível
A	2	Leva até certa altura e velocidade, tangencialmente à Terra. A altura é um equilíbrio entre a gravidade da Terra e do espaço
A	1	Colocando-o a uma altura que fique sob a atração da Terra mas também da Lua
B	2	Projetando-o com velocidade suficiente para mantê-lo em órbita
B	1	Precisa-se calcular uma órbita adequada ao tipo de satélite, além de combustível necessário para a subida e também para impulsionar a velocidade
C	2	São lançados com propulsão suficiente para chegar a um ponto em que fique caindo em órbita ao redor da Terra.
C	1	É levado até certa altura por um foguete até a órbita e lançado tangencialmente essa trajetória com velocidade determinada
	10	TOTAL

As respostas fornecidas foram classificadas em 3 categorias. A categoria A, com 4 dos 10 participantes neste módulo, embora indique que os participantes conhecem a necessidade de levar o satélite até a altura desejada, envolveu a concepção de que, para a órbita ser estável, é preciso que a resultante das forças seja nula. Como não foi solicitado que os participantes se identificassem, não é possível ter certeza de que estas 4 pessoas são as mesmas que, no módulo 2 explicavam a órbita da Lua também por equilíbrio de forças, mas é uma possibilidade. A força que equilibra a atração da Terra é atribuída a outras forças espaciais, à força da Lua sobre o satélite, equilibrando a força da Terra, ou simplesmente ao fato de a força da Terra ser desprezível na órbita do satélite. A segunda categoria, B, com 3 respostas das 10, indica que os participantes conhecem também o fato de que é necessário levar o satélite até a altura desejada, e percebem a importância da velocidade para manter a estabilidade da órbita, não atribuindo esta estabilidade a outras forças. Porém não especificam uma direção de lançamento ou por que a velocidade na órbita é importante. A última categoria, C, indica a percepção da necessidade de levar o satélite até a altura necessária, a necessidade de uma velocidade correta de lançamento para cada órbita e que ou o lançamento deve ocorrer tangencialmente à superfície da Terra, ou que o movimento de órbita será um movimento composto por um movimento de queda contínua, e um movimento tangencial.

A segunda questão propositalmente aborda o tema da imponderabilidade e da microgravidade, pois é um fenômeno que apresenta a concepção de que na órbita a resultante das forças é nula e de que, por isto as coisas ficam flutuando. Esta concepção já surgiu anteriormente, mas especificamente aqui seria possível identificar coerência ou incongruências nesta concepção.

Perceba-se que agora, 7 dos 10 participantes, e não apenas 4 como na primeira questão, atribuem a explicação para uma resultante de forças nula, na categoria A, com 5 respostas que se enquadram, esta resultante nula é atribuída à fraca ação gravitacional da Terra. Na categoria B, com 3 respostas

enquadradas, a resultante nula é atribuída a existência de outras forças, gravitacionais ou não.

2 Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	5	Pois não há ação da força gravitacional da Terra / a massa é muito pequena ou muito distante para atrair
B	2	Jogo de forças entre gravidade/ há outras forças em ação
C	3	Atribuída ao movimento de queda de todos os corpos juntos
	10	TOTAL

A categoria C aqui mostra 3 respostas que seriam convergentes com a explicação da imponderabilidade: todos os corpos encontram-se caindo juntos.

A questão 3 se refere às órbitas geoestacionárias, em especial importantes para as telecomunicações. Porém, como fica claro na categorização das respostas, alguns dos participantes não têm ideia do que significa a palavra “geoestacionária”.

Na categoria A, com 5 respostas enquadradas, fica evidente o desconhecimento do termo, conforme citado acima, pois atribuem geoestacionário a um dispositivo, e não às características da órbita. Na categoria B, 2 respostas demonstram o conhecimento das características deste tipo de órbita, sendo que uma das pessoas inclusive cita as telecomunicações.

3 O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	1	São estações que orbitam a Terra e servem de base para outros objetos em órbita
A	1	Como forma de organizar todos os satélites
A	3	Para colocar os satélites em órbita – é o ato de colocá-los em órbita pela forma como responderam
B	2	Órbitas em que os satélites ficam parados em relação à superfície da Terra
C	1	Órbitas em que os satélites ficam parados em relação à superfície do Sol
D	2	Não sei
	10	TOTAL

A quarta questão teve a intensão de identificar se os participantes têm algum conhecimento do que é feito como treinamento neste sentido, mas também de leva-los a refletir sobre as impossibilidades de se “desligar” ou anular campos gravitacionais. A forma de elaboração da pergunta foi um pouco tendenciosa, pois cita ausência de gravidade e não imponderabilidade. Mas isto, de certa forma foi proposital, pois, como se pode perceber na questão 5, havia participantes que não conheciam esta palavra, ou este fenômeno.

A categoria A indica que os participantes imaginam que a ciência seja capaz de anular, de formas talvez quase mágicas, o campo gravitacional, mesmo na superfície da Terra, ou a existência de forças desconhecidas que pudessem ter este tipo de efeito. Na categoria B, 6 participantes apresentam as duas possibilidades conhecidas para esta simulação, um cita o uso de piscinas, que, conforme destacado no documentário utilizado posteriormente, é a simulação mais próxima que se consegue para os astronautas treinarem suas tarefas antes de serem lançados às estações e satélites em órbita na Terra. Os outros 5 citam

a queda livre, que é por exemplo um recurso utilizado em alguns filmes para a realização de cenas de imponderabilidade com maior realismo, como no Apollo 13. Um participante apenas diz que não, sem qualquer outra forma de explicação.

4 Há formas de simular a ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, Quais?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	1	Locais que anulam a força da gravidade
A	2	Equipamentos específicos/ com forças que mantêm os corpos em flutuação
B	1	Piscinas
B	5	Aviões em queda livre por curto tempo - imponderabilidade
C	1	Não (sem explicação)
	10	TOTAL

A questão 5 traz o contraponto da ficção, que sugere formas de simulação de gravidade artificial ainda não viáveis na realidade tecnológica.

5 Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, Quais?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	1	Não
A	4	Não responde ou não sabe
B	4	Utilizando um elevador em movimento de subida/ acelerando para cima
C	1	Dentro dos foguetes
	10	TOTAL

A categoria A indica que simplesmente faz uma afirmação, sem explicação ou comentário (impossível de analisar seu conteúdo, que inexistente) ou não respondeu ou escreveu que não sabe. A categoria B mostra 4 participantes que tiveram a ideia de propor a ação contrária da queda livre: um elevador em aceleração de subida. Não se deram conta de que um rotor poderia ter efeito similar. Uma pessoa citou dentro dos foguetes, sem explicar em que momento ou em que condição, o que não permite avaliar sua concepção, apenas inferir que talvez estivesse pensando na aceleração de subida. Neste caso sua ideia seria próxima à da categoria B. Porém esta pessoa também poderia estar imaginando algum equipamento altamente tecnológico contido no foguete que provocaria gravidade artificial... Não há como saber.

Quando a questão 6 foi elaborada tinha-se em mente mais de uma possibilidade. A incidência de radiações altamente ionizantes, não “filtradas” pela atmosfera terrestre, os danos biológicos ressaltados no documentário selecionado, como o fato de que, mesmo com horas de exercícios diários na órbita terrestre, quando os astronautas retornam à Terra estão totalmente incapacitados de se locomover sozinhos, em vista da perda de massa muscular. Além disto a possibilidade de haver destroços em altas velocidades na região, pois no filme gravidade toda a sequência de desastres é causada por colisão de destroços de um satélite destruído por explosão, na órbita da Terra.

6 Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, quais?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	4	Colisão
B	2	Danos biológicos pela ausência da gravidade
A/B	1	Danos biológicos pela ausência da gravidade e colisão
C	3	Ser atraído pela gravidade/ cair de volta na Terra
	10	TOTAL

Talvez influenciados pelo filme, talvez não, mas 4 participantes citaram a possibilidade de colisão com destroços ou com meteoritos capturados pela Terra (categoria A). A categoria B apresenta 3 participantes que citam os danos biológicos, mas atribuem à ausência de gravidade, e não ao estado de imponderabilidade. Na categoria C os participantes citam o risco de ser atraídos pela Terra e cair. Interessante destacar que 5 atribuíam a estabilidade da órbita à ausência de força resultante, mas aqui apenas 3 evidenciam a concepção de que para estar estável em órbita a força resultante é nula, mas que algo pode acontecer para fazê-la voltar a agir, provocando a queda.

Como foi necessário juntar dois temas em um só módulo alguns assuntos tiveram que ser abordados de forma mais direcionada. Primeiramente foram realizadas algumas explicações sobre a velocidade de escape e a velocidade das órbitas estáveis, a partir das leis de conservação da energia e da lei da gravitação universal. Foram realizados cálculos de velocidades de lançamento, e de velocidades de órbitas de alguns satélites, a partir de altura médias divulgadas em sites disponíveis na internet¹⁷.

Neste ponto foi trazida a clássica obra de Júlio Verne, Viagem ao redor da Lua, a qual, surpreendentemente, não era conhecida pela maioria dos participantes. Foi feita uma breve sinopse da obra e a cena destacada, que foi lida para os participantes, foi aquela em que, na concepção do autor ocorreria no momento em que a força gravitacional da Terra era igualada pela força gravitacional da Lua. No livro, até este ponto da viagem todos estavam de pés firmes no chão, que estava voltado para a Terra. No momento do equilíbrio das forças todos ficam flutuando dentro da cápsula e, logo que predomina a força gravitacional da Lua, eles firmam os pés onde antes era o teto da cápsula. Foi interessante perceber como alguns emudeceram, ao perceber que a explicação

¹⁷ Como os obtidos em <http://slideplayer.us/slide/373771/>

que o autor fornecia para a ocorrência do suposto fenômeno era muito similar às explicações que alguns dos participantes daria. Foi interessante discutir esta concepção de um autor que havia acabado de ser citado como o pai da ficção científica e logo em seguida, apresentar e desvendar um equívoco que estava sendo tão atacado durante as discussões que estavam sendo realizadas.

Para quebrar o ritmo mais teórico que estava posto, foi proposto que se construísse os foguetes para lançamento no final da atividade, com base no material da OBA. Estes foguetes utilizam uma reação entre vinagre e bicarbonato de sódio como propulsor e, quando o lançamento dá certo, pode atingir um alcance de algumas centenas de metros. Foi combinado que, em virtude da atividade de lançamento precisar ocorrer no estacionamento da instituição, que era um pouco distante da sala em que ocorria a oficina, o lançamento ocorreria no encerramento do módulo, próximo ao meio dia.

Intercalando ações e discussões, em seguida foi proposto o cálculo do valor do campo gravitacional terrestre na estação espacial e na altura de alguns satélites em órbita, justamente para discutir a imponderabilidade e a ação da microgravidade, como descrita no capítulo anterior. A discussão e as dúvidas neste ponto foram intensas, porém compreende-se aqui que não é tão fácil conceber e se apropriar de uma concepção tão diferente – como haver campo gravitacional com valor muito próximo ao da superfície da Terra (cerca de 8N/kg), na estação espacial, por exemplo, onde tudo parece estar flutuando. Mas considera-se importante a troca, o diálogo, a discussão para facilitar a ressignificação que pode ocorrer durante o ato de falar. Foi comentado aqui o valor do campo gravitacional da Lua (cerca de $1,6\text{N/kg}$) e de Marte (cerca de $3,8\text{N/kg}$) que embora permitam movimentação são bastante menores do que nas órbitas dos satélites artificiais terrestres.

Após esta intensa discussão passou-se à análise das cenas dos filmes. Cabe destacar aqui mais uma percepção muito pessoal. Confesso que antes de apresentar os filmes tive certo receio de que os participantes, por estarem ansiosos por lançarem seus foguetes, não achassem interessantes as cenas

destacadas, ou a discussão que seria trazida a partir da análise destas cenas, pois a maioria dos filmes selecionados eram antigos e os participantes não os conheciam. Qual não foi a surpresa quando eles solicitavam, ávidos, o resumo da história de cada um dos filmes e os comentários sobre as possibilidades e impossibilidades destacadas (já comentadas no capítulo anterior). Apesar do tempo avançado, todas as cenas selecionadas foram apresentadas e discutidas e o lançamento de foguetes só foi realizado próximo às 12h30min, quando o término previsto era 11h50min.

4.4 Módulo 5

Neste módulo haviam apenas 6 participantes. Alguns se preocuparam em avisar que teriam eventos escolares nesta data.

As questões elaboradas para o levantamento de ideias no último módulo visam trazer à tona reflexões, dúvidas e concepções, frequentemente divulgadas nas publicações da área e educação em Física e em Astronomia, mas também em meios de comunicação.

1 Como a Lua surgiu?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	3	Pelo Big Bang
B	1	Não se sabe se é irmã ou filha da Terra
B	1	Por parte de material da Terra ou por material que foi se aglomerando
B	1	Por material que foi se aglomerando ou algum objeto que foi capturado pela gravidade da Terra
	6	TOTAL

Percebe-se que metade dos participantes já havia tomado conhecimento de algumas das teorias para explicar o surgimento de nosso satélite natural. Porém a outra metade atribuiu seu surgimento ao Big Bang... Será que, na concepção destes participantes com o provável advento do Big Bang todos os astros já surgiram como são e onde estão? Mais um ponto interessante que poderia ser explorado futuramente.

A próxima questão pretendia identificar que tipos de influências os participantes poderiam identificar da Terra na Lua, em função da interação gravitacional, para poder comparar com as respostas à questão 3, a fim de perceber se há consciência da ação recíproca.

2 Além de “obrigar” a Lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.		
Categoria	Incidência	Resposta
A	2	Apenas a força gravitacional
B	3	Não responde ou não sabe
C	1	As vezes a Terra faz sombra na Lua. São fases lunares
	6	TOTAL

Com o número reduzido de participantes o levantamento ficou pobre, mas ainda se destaca que metade deste número reduzido de pessoas não respondeu a questão ou diz que não sabe responder. Uma pessoa cita a sombra da Terra na Lua como uma influência e duas pessoas citam apenas a força gravitacional, sem tecer qualquer comentário a respeito.

3 Que tipo de influências a Lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.		
Categoria	Incidência	Resposta
A	2	Marés e agricultura – este pela reflexão da luz solar
B	1	Nos seres vivos – ex. Lua cheia; Marés – ex pororoca
C	2	Marés
D	1	Fases da Lua, marés, plantações
	6	TOTAL

Percebe-se mais influências identificadas na Terra do que na Lua. Todos citaram as marés como uma das influências, na Terra, porém esta influência não foi citada para a Lua. Talvez por desconhecerem que as forças ditas “de marés” não ocorrem exclusivamente nas águas. Um dos participantes confundiu as marés com o fenômeno da pororoca, que é decorrente de um brusco encontro entre águas de rios volumosos com as águas do mar, provocando gigantescas ondas que invadem o rio de forma violenta, muitas vezes causando grande destruição.

Três dos participantes citam influências na agricultura, mas apenas uma cita que tipo de influência poderia ocorrer – pela luminosidade. Alguns estudos mostram que há insetos noturnos que atacam com mais frequência as plantações quando a luminosidade é maior. Faria sentido. Uma pessoa cita influência nos seres vivos, dando a Lua cheia como exemplo, mas sem apontar que tipo de influência poderia causar. Uma pessoa cita fases da Lua sem também dar alguma descrição do tipo de influência que a Terra poderia causar para provocar estas fases.

Na questão 4, sobre o que seria o lado escuro da Lua, apenas duas das 6 pessoas identificam o fato de que pode incidir luz solar no lado dito escuro, pois ele só é o lado que não podemos ver. As outras 4 pessoas atribuem a expressão ao lado em que não incide luz solar.

4 O que seria o lado escuro da Lua?		
Categoria	Incidência	Resposta
	4	Onde não tem luz solar
	2	O que nunca vemos por causa da rotação
	6	TOTAL

A questão 5 aborda a rotação da Lua. Três pessoas dizem que a rotação da Lua acompanha a da Terra e, por este motivo, está sempre com a mesma face voltada para a Terra. Mas se assim fosse a Lua seria um satélite geoestacionário! Uma pessoa só disse que sim e que é similar à da Terra, mas não é possível, a partir desta curta frase identificar que significados e compreensões estão por trás da expressão usada.

5 A Lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?		
Categoria	Incidência	Resposta
A	3	Sua rotação acompanha a da Terra, por isto vemos sempre a mesma face
B	1	Sim similar à da Terra
C	2	Sim seu período de rotação coincide com o período de translação em torno da Terra
	6	TOTAL

6 Por que a Lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a Lua.
--

Categoria	Incidência	Resposta
A1	2	Só uma figura com as sombras representadas em locais aleatórios
A2	1	Só uma figura com indicação das fases mas com a sombra voltada sempre para onde aparentemente está o Sol
B	1	Pois ao longo da translação ao redor da Terra vemos partes diferentes da Lua iluminada – figura coerente
C	1	Como ela gira em torno da Terra, conforme sua posição dá origem a diferentes fases – figura remete ao posicionamento na sombra da Terra
C	1	Mesma figura que a anterior, mas explicitamente dizendo que é devido à sombra que a Terra projeta nela
	6	TOTAL

É interessante perceber que, mesmo a Lua fazendo parte da nossa vida cotidiana, desde que nascemos, mesmo em um meio razoavelmente seletivo de professores e professores em formação, há tantas dúvidas referentes à formação de suas fases.

As duas representações enquadradas na categoria A1 são, à primeira vista, bem similares à frequentemente utilizada para explicar as fases da Lua, com o Sol, a Terra e a Lua em quatro posições distintas, que corresponderiam às quatro fases principais. A representação é claramente mediada por algum instrumento anterior, mas a construção de seu significado não foi completada, pois a representação das sombras na superfície da Lua ocorre em locais aleatórios e, em nenhuma das posições está localizada no local em oposição ao Sol. A diferença destas duas para a que foi referida como A2 é que a parte escurecida da Lua na figura está sempre na mesma posição em relação à posição solar, porém voltada para o Sol, e não em oposição a ele. Considera-se características similares de construção incompleta.

As duas explicações classificadas como D indicam, em um caso explicitamente e no outro implicitamente, que a concepção de que as fases da Lua ocorrem porque a Lua fica total ou parcialmente imersa na sombra da Terra, que é uma das concepções mais frequentemente encontrada na bibliografia como explicação das fases da Lua.

Na explicação encontrada em B apenas uma pessoa apresenta uma explicação e uma figura coerente com as quatro fases principais da Lua.

7 Que particularidades sobre o sistema Lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?	
Incidência	Resposta
1	Depende do alinhamento Destaca que embora a Lua seja pequena está muito distante do Sol, por isto pode encobri-lo. Apenas esquematiza eclipse solar em uma figura sem considerar penumbra
1	Alinhamento Esquematiza solar e lunar, sem considerar regiões de penumbra
1	Alinhamento destaca ângulo para ocorrência Esquematiza solar e lunar, sem indicações dos raios luminosos
1	Solar: Lua entre o Sol e a Terra Lunar: Lua no cone de sombra da Terra Representação coerente, destaca inclinações
1	Devido ao alinhamento. Remete o fato à origem da palavra eclipsar - ocultar Eclipse solar: ocultação do Sol Eclipse lunar ocultação da Lua Figura sem representação de raios
1	Alinhamento dos 3 planetas não há representação Solar: a Lua não deixa passar a luz até a Terra Lunar: a Terra não deixa passar luz até a Lua
6	TOTAL

Como cada pessoa apresentou alguma peculiaridade distinta em sua resposta, e o número de respostas é pequeno, não vê-se motivos para não comentar cada resposta.

Uma similaridade entre as respostas é que, das 6 pessoas, 5 citam o alinhamento como fato peculiar, a sexta pessoa não escreve a palavra mas usa o alinhamento na sua representação.

Particularidade da primeira resposta é chamar a atenção para o tamanho da Lua, porém em vez de atribuir a possibilidade e ocultação ao fato de que a Lua está muito mais próxima da Terra do que o Sol, destaca a possibilidade em função estar muito distante do Sol. Não faz referência ao eclipse Lunar.

A segunda resposta não distingue regiões de penumbra, as figuras somente esquematizam a região que delimita a sombra.

A terceira resposta chama à atenção de que os eclipses não ocorrem sempre devido ao ângulo de inclinação... mas não destaque qual ângulo e nem em relação a que é considerado. Mais um exemplo que pode ser atribuído a mediações anteriores, provavelmente em ambiente escolar, mas que ainda apresenta fragmentações, a construção está incompleta.

A quarta resposta também destaca alguma condição angular, mas sem referência a que inclinação ou ângulo é relevante. Ainda, na representação feita, não há indicação de raios solares, apenas indicação do posicionamento dos astros. Apenas esta pessoa faz referência ao fato de que sua figura está muito fora de escala.

A quinta resposta remete à origem da palavra ocultar, porém no eclipse lunar a Lua não é ocultada, apenas deixa de receber incidência direta da Luz solar.

A sexta resposta fala de alinhamento dos três planetas (!?) o que demonstra que não há distinção de significado quanto às palavras planeta e astro. Esta pessoa não apresenta nenhuma figura na sua explicação, e no eclipse solar

coloca que a Lua não deixa a luz solar chegar na Terra, mas chega, a sombra só se forma em um ponto muito pequeno.

Nenhuma das respostas continha o fato de que o eclipse solar é mais breve e ocorre em uma região muito pequena da superfície terrestre, e que o eclipse lunar pode ser observado simultaneamente por todas as pessoas para as quais a Lua está aparente no céu.

Também nenhuma das pessoas atribuiu alguma fase da Lua necessária para que o eclipse ocorresse.

Neste módulo a primeira atividade consistiu em uma breve explicação sobre as teorias utilizadas para explicar o surgimento da Lua. Em seguida trabalhou-se com o instrumento de simulação das fases da Lua, e algumas pessoas ficaram surpresas ao perceber que a sombra da Terra nada tinha a ver com as fases da Lua.

Novamente buscando a alternância entre instrumentos práticos e discussões retorna-se a uma explanação sobre as forças de maré, com base em Lang (2003), que é uma explicação vetorial mas de fácil compreensão. Não se entrou no mérito dos cálculos quantitativos, mas foi realizada a análise qualitativa destas forças e a mútua influência por forças de marés. Como não havia sido citada a contribuição do Sol no fenômeno, nas questões de levantamento, aqui se buscou identificar de que forma e em que posições os efeitos do Sol sobre as marés são mais evidentes.

A última atividade envolveu a discussão sobre os eclipses solares e lunares, associando-se estes fenômenos às fases da Lua que tornariam cada um possível, bem como as peculiaridades sobre cada fenômeno, já citadas anteriormente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação desta primeira versão das oficinas indicou várias possibilidades de estudo que podem surgir em decorrência da utilização do material, desde as questões de levantamento de ideias até o desenvolvimento das atividades experimentais, de papel e lápis e de interação mediada pela linguagem.

Havia a previsão de realização de uma avaliação posterior dos módulos visando verificação de possíveis influências nos conhecimentos previamente trazidos pelos participantes, porém diversos fatores se opuseram a esta realização, como mudança de local de trabalho, a decorrente falta de acesso aos contatos dos participantes, o fato da aplicação ter ocorrido no final do ano letivo, entre outros.

Ficam porém algumas reflexões importantes. A primeira delas é que a proposta inicial é que os módulos fossem independentes, possibilitando a sua utilização, sem necessidade de seguir a sequência que aqui foi descrita. Neste sentido, como houve a possibilidade de realização de alguns dos módulos posteriormente, em sala de aula, em eventos de ensino de Física e Astronomia, e em formação continuada de professores, e para alunos de nível médio, integrantes do clube de Astronomia da escola na qual leciono atualmente, é possível atribuir razoável versatilidade ao material.

Uma segunda reflexão sobre a produção é que, para ser realizada na íntegra seria necessário mais tempo do que o inicialmente previsto, em especial nos módulos 1 e 2, pois a abordagem é complexa, e envolve diversos conhecimentos teóricos de Física básica – em especial da Mecânica para que seja possível traçar discussões que tenham significado. Quando estes conhecimentos estão ausentes é preciso pelo menos o dobro do tempo previsto para cada módulo, que inicialmente sugeriam 4h de duração.

O terceiro ponto a ser destacado é que as atividades não são necessariamente utilizadas interdependentemente, dentro de cada módulo,

mesmo estas podem ser extraídas do material para serem utilizadas em aula, sendo feita alguma contextualização dos objetivos e dos conhecimentos envolvidos na proposta.

A quarta consideração é a respeito do detalhamento. Muitos materiais são produzidos para utilização em sala de aula apenas com as propostas de atividades, sem comentários ou discussões sobre o que se pode esperar como resultados e por quê. Uma característica essencial deste material é que cada atividade proposta é exaustivamente discutida logo em seguida, pois é dirigida à formação de professores que, muitas vezes, têm um conhecimento bastante limitado, fragmentado e cheio de inconsistências e concepções que certamente podem ter decorrido de formação inicial ou escolar deficiente, ou até mesmo pela própria ausência desta formação, conforme destacado em diversos artigos apresentados na revisão bibliográfica.

O quinto e último ponto a ser destacado refere-se ao referencial. Considera-se que a proposta sociocultural, como linha guia para a produção das atividades e para a forma de abordá-las durante a aplicação, tenha se revelado bastante frutífera. Levou à profunda reflexão sobre a forma de elaborar cada questão proposta e, posteriormente, sobre a forma de utilização da linguagem escrita nas explicações, buscando facilitar a interação com o instrumento mediador (produção) e a apropriação dos conceitos e relações envolvidos nestas explicações.

O referencial, ainda, propiciou uma profundidade e uma perspectiva de análise produtiva, pois permitiu levantar questões relevantes sobre a origem das concepções trazidas pelos participantes, bem como sobre a forma de lidar com estas concepções. Há características nas concepções analisadas que parecem reforçar a ideia da fragmentação e, embora os apontamentos não sejam conclusivos, podem servir como ponto de partida para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, C.E.; BARONI, D.; FARINA, C. A órbita da Lua vista do Sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4301, 2009.

BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v.11, p. 502 – 513, 1989.

BRASIL. Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Ministério da Educação, 1999. 364 p.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: ciências naturais (5ª a 8ª séries)**. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental. MEC/SEF, 1998. 138 p.

CACHAPUZ, A. et al (Org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CANALLE, J. B. G. O Problema do Ensino da Órbita da Terra. **Física na Escola**, v. 4, n. 2, 2003.

CANALLE, J. B. G. Construção de foguete e base de lançamento. <https://www.youtube.com/watch?v=JNFAAksbO08> publicado em 05/2014. Acesso em junho/2014.

CANALLE, J. B. G; MATSUURA, O.T. **Formação continuada de professores – Curso de Astronáutica e Ciências do Espaço**. Agência Espacial Brasileira, p. 90-97, 2007.

CANIATO, Rodolpho. **O céu**. Campinas, SP: Átomo, 2011.

DAMÁSIO, F. O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 3602, 2011.

DARROZ, L. M.; PÉREZ, C. A. S.; ROSA, C. W.; HEINECK, R. Propiciando aprendizagem significativa para alunos do sexto ano do ensino fundamental: um estudo sobre as fases da Lua. **Revista Latino Americana de Educação em Astronomia**, n. 13, p. 31- 40, 2012.

DIAS, C. A. C. M.; SANTA RITA, J. R. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 6, p. 55-65, 2008.

DIAS, P. M. C.; SANTOS, W. M. S.; SOUZA, M. T. M. A Gravitação Universal (Um texto para o Ensino Médio). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, p. 257 - 271, 2004.

FREIRE JR, O.; MATOS FILHO, M. VALLE, A. L. Uma exposição didática de como Newton apresentou a força gravitacional. **Física na Escola**, v. 5, n. 1, 2004.

GAGLIARDI, R.; GIORDAN, A. La historia de las ciencias: una herramienta para la enseñanza. **Enseñanza de Las Ciencias**, v.4, n.3, p. 253 -258, 1986.

HÜLSENDEGER, M. Uma análise das concepções dos alunos sobre a queda dos corpos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3: p. 377-391, dez 2004.

IACHEL, G.; NARDI, R. Algumas tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas. **Revista Ensaio**. Belo Horizonte. v.12 n.02 p.225-238; mai-ago, 2010.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: repensando a formação de professores**. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru, 2009.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica Sobre concepções alternativas À necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2: p. 373-399, ago. 2011.

LANGHI, R. NARDI, R. Dificuldades Interpretadas nos Discursos de Professores dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental em Relação ao Ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 2, p. 75-92, 2005.

LANGHI, R. NARDI, R. **Educação em Astronomia: Repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras Editora, 2012.

LANGHI, R. NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1: p. 87-111, abr, 2007.

LANGHI, R. NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 4402 (2009).

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Os professores de ciências e suas formas de pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 4, p. 47-68, 2007.

LIMA, F. R. R. de.; PIACENTINI, J. J. Pêndulo simples - um método simples e eficiente para determinar g: uma solução para o Ensino Médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, 1 26 (1): 26-29, dez 1984.

LONGHINI, M. D.; MENEZES, L. D. D. Objeto virtual de aprendizagem no ensino de Astronomia: Algumas situações problemas propostas a partir do software Stellarium, **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, p. 433. 2010.

MALI, G. B. e HOWE, A. Development of Earth and Gravity Concepts Among Nepali Children. **Science Education**. v. 63, n. 5, p. 685 – 691, 1979.

MARTINS, D. C.; GODOI, N.; MASCARENHAS, Y. P. Ensino de astronomia no ensino fundamental por meio da informática. In: Longhini, M. D. (org.). **Educação**

em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica.

Campinas: Editora Átomo, p. 117 – 141, 2010.

MEDEIROS, A. Entrevista com Ticho Brahe. **Física na Escola**, v. 2, n. 2, 2001.

MEDEIROS, A. Entrevista com Kepler: Do seu Nascimento à Descoberta das duas Primeiras Leis. **Física na Escola**, v. 3, n. 2, 2002.

MEDEIROS, A. Entrevista com Kepler: A Descoberta da Terceira Lei do Movimento Planetário. **Física na Escola**, v. 4, n. 1, 2003.

MORAIS, A. M. A. **Gravitação e cosmologia: uma Introdução**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 175 p, 2009.

NARDI, R. **Um Estudo Psicogenético das ideias que evoluem para a noção de campo - Subsídios para a construção do ensino desse conceito**. Tese de doutorado. Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo. 292 p., 1989.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências** – V1(2), pp.132-144, 1996.

NOGUERIA, S.; CANALLE, J. B. G. **Astronomia: ensino fundamental e médio** (Coleção Explorando o Ensino, vol. 11), Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB, 2009.

NUSSBAUM, J. e NOVAK, J. D. An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. **Science Education**, v. 60, n.4, p. 535 – 550, 1976.

NUSSBAUM, J.; NOVAK, D. Children's Conceptions of the Earth as a Cosmic Body: A cross Age Study. **Science Education**, 63(1) pp. 83-93, 1979.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; OLIVEIRA, M. F. **Astronomia & Astrofísica**. 3. Ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 780 p, 2013.

PEREIRA, A. P. de.; LIMA JR, P. Implicações da perspectiva de Wertsch para a interpretação da teoria de Vygotsky no ensino de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, p. 518-535, dez. 2014.

PEREIRA, A. P. de. **Distribuição Conceitual no Ensino de Física Quântica – Uma Aproximação Sociocultural às Teorias de Mudança Conceitual.** Tese de Doutorado. UFRGS. Porto Alegre, 2012.

PFUNDT, H. e DUIT, R. Student's Alternative Frameworks and Science Education. **Institute for Science Education**, 4 th Edition, Universidade de Kiel, Alemanha, 288 p. 1994.

PIASSI, L. P. C. **Interfaces didáticas entre cinema e ciência- um estudo a partir de 2001: uma odisseia no espaço.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 268p, 2013.

PIMENTA, A. F.; FERREIRAL. D. D.; AFONSO, G. B. **Evolução dinâmica do sistema Terra-Lua: Um modelo semi-empírico.** Disponível em <https://www.ufpe.br/cgtg/ISIMGEO/CD/html/geodesia/Artigos/G019.pdf>
Acessado em 20/11/14.

RODRIGUES, E. V.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, A. M. Lei da gravitação universal e os satélites: uma abordagem histórico-temática usando multimídia. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 3, p. 503-525, 2012.

SABA, M. M. F.; SILVA, B. B.; PAULA, P. R. J. Microgravidade em Sala de Aula. **Física na Escola**, v. 1, n. 1, 2000.

SAUJAT, F. O trabalho do professor nas pesquisas em Educação: um panorama. In: MACHADO, A. R. (Org.). **O ensino como trabalho: uma abordagem discursiva.** Londrina: Eduel, 2004.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de Astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89 - 99, 2006.

SILVEIRA, F. L. da. Marés, fases principais da Lua e bebês. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, V.20, nº 1: p.10-29, ABR. 2003.

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração**

gravitacional. 2000. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) –, Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

VERNE, Júlio. **Viagem ao redor da Lua**. [s. l.]: Edico, [s. d.] (originalmente publicado em 1865).

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. **European Journal of Science Education**, v. 1, n. 2, p. 205-222, 1979.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. 5 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1994.

WERTSCH, J. V.. From social interaction to higher psychological processes: A clarification and application of Vygotsky theory. **Human Development**, 22(1), 1-22, 1979.

WERTSCH, J. V. The zone of proximal development: some conceptual issues. In B. Rogoff & J. V. Wertsch (Eds.). **Children's learning in the "zone of proximal development": New directions for child development**. San Francisco: Jossey-Bass, pp. 7-18, 1984.

WERTSCH, J. V. **Vygotsky and the social formation of mind**. Cambridge: Harvard University Press, 1985.

WERTSCH, J. V. **Voices of the mind: A sociocultural approach to mediated action**. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

WERTSCH, J. V. The role of abstract rationality in Vygotsky's image of mind. In A. Tryphon, & J. Vonèche (Eds.). Piaget – **Vygotsky: The social genesis of thought**. Hove: Psychological Press. pp. 25-43, 1996.

WERTSCH, J. V. A necessidade da ação na pesquisa sociocultural. In J. V. WERTSCH, P. del Rio & A. Alvarez (Orgs.). **Estudos socioculturais da mente**. Porto Alegre: Artmed. pp. 56-71, 1998.

WERTSCH, J. V. **La mente en acción**. Buenos Aires: Aique, 1999.

WERTSCH, J. V. **Voices of collective remembering**. New York: Cambridge University Press, 2002.

WERTSCH, J. V. Mediation. In: H. Daniels, M. Cole, & J. Wertsch, J. V. **The Cambridge Companion to Vygotsky**. New York: Cambridge University Press. pp. 178-192, 2006

WERTSCH, J. V. The narrative organization of collective memory. **Ethos**, 36(1), 120- 135, 2008.

WERTSCH, J. V. Collective Memory. In P. Boyer & J. V. Wertsch (Eds.). **Memory in mind and culture**. Cambridge: Cambridge University Press. pp. 117-137, 2009.

WHITAKER, R. J. **Aristotle is not dead: student understanding of trajectory motion**. Am. J. Phys. v.51, n. 4, p. 352 – 357, 1983.

ANEXOS

ANEXO 1
Folder de divulgação da oficina



CURSO

Formação em Astronomia: Gravitação Universal

DATAS

Dias 17 e 18 de outubro e 7 e 8 de novembro de 2014

HORÁRIOS

17/10: 19h10min às 22h30min
18/10: 8h30min às 11h50min e 14h às 17h20min
07/11: 19h10min às 22h30min
08/11: 8h30min às 11h50min

CARGA HORÁRIA

20 horas-aula

VAGAS

Mínimo: 15 | Máximo: 30

LOCAL

Sala 300 do Prédio 8 da Univates, Lajeado/RS

INSCRIÇÕES

Inscrições podem ser realizadas, até 11 de outubro de 2014, na Secretaria de Extensão, sala 110 do Prédio 1, ou pelo site www.univates.br/inscricoes/extensao.

OBJETIVO

Contribuir para a formação continuada dos professores que trabalham ou podem trabalhar com conteúdos de Astronomia na escola, em especial sobre tópicos relacionados à gravitação universal, tanto em sua concepção básica quanto com curiosidades e aplicações cotidianas relacionadas a esse tema.

PÚBLICO-ALVO

- Professores de Física;
- Licenciandos em Ciências Exatas e áreas afins;
- Professores de Geografia e de Ciências.

CONTEÚDOS

Módulo 1: Órbitas e excentricidade. De Kepler a Newton: contribuições de Kepler e de Tycho Brahe para a Lei da Gravitação Universal de Newton.

Módulo 2: A balança de Cavendish e o pêndulo de Foucault para a determinação da constante de gravitação universal e do campo gravitacional local. Utilização de experimentos filmados para superar a dificuldade de trabalhar com os recursos reais, como a balança de Cavendish.

Módulo 3: Como é possível escapar da gravidade de um planeta ou colocar objetos em órbita. Velocidade de escape, lançamento de foguetes e viagens interplanetárias.

Módulo 4:

Possibilidades de órbitas estáveis e instáveis. Sensações gravitacionais em uma Estação Espacial, como microgravidade e imponderabilidade.

Módulo 5: Influências gravitacionais da Lua sobre a Terra e as percepções da Lua a partir da Terra: fases da Lua, formação de marés, afastamento da Lua e suas consequências sobre a Terra.

OBSERVAÇÃO

Há possibilidade de cursar o cronograma na íntegra ou cursar os módulos de maneira independente.

DOCENTES

Eliana Fernandes Borragini e Daniela Borges Pavani

INVESTIMENTO

Curso gratuito, ofertado em parceria entre o projeto de extensão Desvendando o céu: Astronomia no Vale do Taquari e o Observatório Educativo Itinerante da UFRGS.

INFORMAÇÕES

Secretaria de Extensão, sala 110 do Prédio 1 da Univates, pelos telefones (51) 3714-7011 ou (51) 3714-7000, ramais 5209 e 5210, ou pelo e-mail extensao@univates.br.

ANEXO 2

Questionários para levantamento de ideias respondidos pelos
participantes

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Pelo sua distância focal

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Através da magnitude

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

com as observações sobre o sistema solar.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Depende da órbita do planeta.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Leis de Kepler sobre gravitação.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

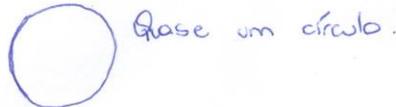
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Pela sua excentricidade.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Através da magnitude.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Com estudos sobre o sistema solar.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Sim, dependendo da órbita do planeta.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

São 3 leis sobre a gravitação.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

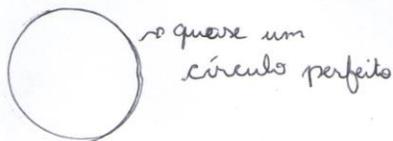
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Tendo conhecimentos da sua excentricidade, depende da posição dos seus focos e a distância de seus focos.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Através de sua magnitude, se está próximo parece maior, e quanto mais longe, menor é.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Através de observações.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Depende do sua órbita (planeta).

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Sei que existem 3 leis

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Pode-se determinar pelo seu tamanho.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Pela observação dos planetas, sabendo as distâncias.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Pela rotação, sabendo quanto tempo leva p/terra fazer toda volta pelo sol.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não sei se seria igual, mas acho que não.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Lembro-me de ter estudado no ensino médio sobre as leis, sobre rotação, translação, mas hoje não me lembro.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Elíptico.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Medindo a quantidade mais / menos de luz.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Pela sua posição no céu (movimento).

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Sim, é o tempo que ele leva para dar uma volta completa em sua órbita.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Se conheço as leis de Kepler, não sei qual seria.

OEI - Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Apartir da percepção de suas velocidades, quando se encontram no ~~perif~~ pericélio sua velocidade é maior, tendo um pericélio, ~~o~~ o formato de sua órbita tem de ser elíptica.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Pelo seu tamanho e velocidade no momento que está sendo observado comparando a seu tamanho e velocidade médio.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Observando o ponto que o mesmo se encontra no céu. Ao completar uma volta completa ao redor do sol, o mesmo se encontra na mesma posição inicial.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Sim, pois assim que é definido o fim de uma volta.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Kepler criou suas leis a partir das observações de Tycho, a quem ele seguia.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Observando as estações do ano.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Observando e acompanhando a imagem deles daqui

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Acredito que não pois também estamos em translação

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Não estou lembrada das leis

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Quando o mesmo planeta ou outro estiver fora da atração gravitacional do outro planeta, ou seus períodos de translação estiverem bem distantes.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

O tempo que eles demoram para dar uma volta ao redor do Sol.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Nem um, pois já sei falar dele.

OEI - Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Por observações e cálculos matemáticos

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?

A órbita da Terra em torno do Sol praticamente é circular pois sabemos que os dois focos da elipse ficam dentro da esfera solar.

3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Pelo tempo da translação em torno do Sol.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Através do período que este planeta demora para transitar o Sol.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Sim, pois a translação é o período que um planeta demora para orbitar totalmente o Sol.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

- Quanto mais longe do Sol mais rápido este planeta se movimenta.

- Órbita do planeta é elíptica.

- Um planeta percorre áreas iguais em

OEI - Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

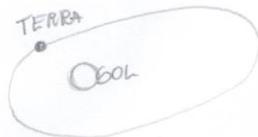
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Através de um cálculo das áreas variadas, num determinado tempo.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Através da intensidade da luminosidade que esse planeta reflete e que é percebido com maior luz, quanto mais próximo logo perceptível a olho nu.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Anotando o tempo que leva para "atravessar" o céu durante a noite. Comparando sua trajetória durante um

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não é igual pois sua trajetória muda.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Com base as leis de Kepler é seria sim possível relacionar.

$$\frac{T_1^2}{a_1^3} = \frac{T_2^2}{a_2^3}$$

A relação é possível entre qualquer astro que orbita.

OEI - Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

elíptica, sendo o centro do sol até a terra.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

através de observações da distância, luz que o sol emite no planeta e reflete na terra, tamanho planeta.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Marcar um ponto fixo na terra e anotar quanto tempo leva para retornar ao inicial.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

predito que sim.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Sim.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Medindo as distâncias entre o centro ^{do planeta} até o centro do Sol, por exemplo.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

De tamanho do planeta, quando observado da Terra.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Marcar uma posição aqui na Terra, e observar quanto tempo o outro planeta leva para voltar no mesmo ponto.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Sim.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Sim.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

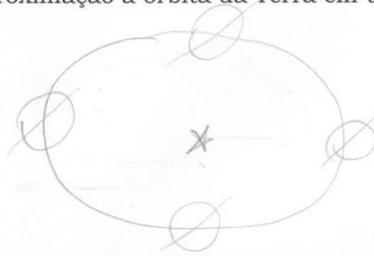
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

→ tempo de duração;
→ seus pontos de aproximação e afastamento

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

→ a força gravitacional que exerce sobre o planeta

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Pelo tempo transcorrido da sua passagem por nós.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não. O que vemos é seu rastro de luz, que não coincide com velocidade.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Não, pois são tamanhos/proporções/gravitações diferentes.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Todas as órbitas são elípticas.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Reflexão da luz - emissão de luz

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

$$\frac{T^2}{R^3} = k$$

Conhecendo a distância (R_T) da Terra ao Sol e seu período de revolução e relacionar estes dados (na 3ª Lei de Kepler) com dados do planeta. Bastaria ainda conhecer sua distância ao Sol.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

(Não, pois temos que considerar o período de translação de Terra.)

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

As leis são universais e valem para qualquer sistema. Mas valem para o sistema. Aqui na proposta temos sistemas diferentes.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

FORMATO ELÍPTICO.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Cálculos e uso de equipamentos específicos.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Observação de sua posição, movimento

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não, pois a Terra também se encontra em translação, e sua posição se altera com relação ao outro planeta.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Não, pois as padrões do movimentos da órbita de um satélite terrestre e da órbita de Marte são distintos.

OEI - Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Órbitas elípticas. Para determinar o formato exato, precisamos considerar sua excentricidade (de acordo com a massa e proximidade, creio)

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

De acordo com sua brilho aparente

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar? *(A partir de observações?)*

ACHO que deve-se considerar a mesma posição do outro ano (do outro planeta), porém levando em conta o quanto a Terra girou nesse tempo.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não, pois a Terra não está imóvel

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Sim. A partir da área que cobrem (Não sei se é possível a partir do raio, já que um satélite não é esférico).
Tenho um conhecimento básico. (Usas iguais em tempos iguais, T^2/R^3 , órbitas elípticas)

OEI - Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Órbitas elípticas. Para determinar o formato exato, precisamos considerar sua excentricidade (de acordo com a massa e proximidade, creio)

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

De acordo com sua brilho aparente

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar? *(A partir de observações?)*

ACHO que deve-se considerar a mesma posição do outro ano (do outro planeta), porém levando em conta o quanto a Terra girou nesse tempo.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não, pois a Terra não está imóvel

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

Sim. A partir da área que cobrem (Não sei se é possível a partir do raio, já que um satélite não é esférico).
Tenho um conhecimento básico. (leias iguais em tempos iguais, T^2/R^3 , órbitas elípticas)

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Elíptica 

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Marcando um ponto e observando quanto tempo este planeta levará p/ chegar novamente no mesmo lugar.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

SIM, porque é o tempo que o planeta leva p/ dar uma volta ao redor do Sol.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Pela variação da velocidade de translação?

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Observando as estações no ano.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Não, pois acredito que cada planeta, tem seu tempo de translação.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

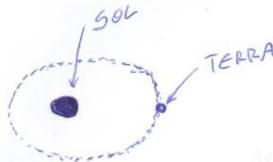
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

ELÍPTICAS

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

ATRAVÉS DO SEU TAMANHO APARENTE (BRILHO)

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

PELA POSIÇÃO QUE ELAS SE ENCONTRAM NO CÉU NA MESMA ÉPOCA DO ANO

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal

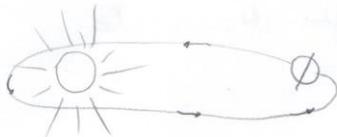
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Como determiná-las? Observando o tempo em que elas surgem em nosso campo de visão, como por exemplo, observando o sol e sua posição em relação ao horizonte.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

Observando o céu. Quanto menor, mais longe.

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

Os períodos são diferentes, e a partir de observações e comparações tem-se uma aproximação.

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Cada planeta tem determinado tempo de translação, e olhando aqui da Terra, podemos ver que o mesmo gira muito quando nem saiu do lugar ou vice-versa.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 1: De Kepler a Newton

Questões iniciais 1.

1. Como se pode determinar o formato das órbitas dos planetas?

Observando a posição do sol nas diferentes estações do ano.

2. Sabe-se que as órbitas são elípticas. Como você representaria, com uma boa aproximação a órbita da Terra em torno do Sol?



A órbita da Terra é elíptica, entretanto, seus dois centros estão tão próximos que o sol os ocupa, assim a órbita é quase circular.

3. Como seria possível perceber se um planeta está mais longe ou mais próximo da Terra?

4. Como se poderia determinar, aqui da Terra, o período de translação (ano) dos outros planetas do nosso sistema solar?

5. O tempo que demora para um planeta estar novamente no mesmo lugar do céu, para um observador aqui na Terra, é igual ao seu período de translação? Pense, explique.

Cada planeta tem o seu período de translação. Portanto, a posição em que podemos achar que o planeta está novamente lá, na verdade pode não ser a sua posição inicial.

6. Que conhecimento tens das leis de Kepler? Seria possível relacionar o período da órbita de um satélite Terrestre com o período da órbita de Marte, por exemplo, utilizando estas leis? Explique.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

Porque a Terra tem sua velocidade maior que a da Lua e também pela Lua ser menor, parada que se a terra.

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Eles não caem no Sol porque sua força de gravitação não se encontra perto do Sol!

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

A Terra atrai as coisas por causa de sua atração gravitacional.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Porque a gravidade da lua é muito baixa.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar

Porque eu estou exercendo força sobre ela para ela ficar parada e não estou exercendo velocidade.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?



2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Idem 1.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Pois possui massa significativa em relação

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Porque sua massa não é tão significativa em relação aos corpos, pois sua gravidade é $1,6 \text{ m/s}^2$ e a da Terra é $9,8 \text{ m/s}^2$

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

Gravidade - Força de atração exercida pelo astro.
Aceleração da Gravidade - É a aceleração adquirida pelo objeto em queda sobre o astro.
Campo gravitacional → Área sujeita à ação da gravidade

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Pois minha massa não é significativa em comparação com a da cadeira e vice-versa.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

→ Gravitação

→ força de atração e repulsão

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

relação com F_c

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Atrai o que tem massa menor (gravidade da Terra é maior)

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

→ sua massa é menor, logo, a força gravitacional sua menor

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

↓
força de atração

↳ força centrípeta?

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar

→ são massas menores → atração menor

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

→ Pois a lua está em órbita a uma determinada velocidade, havendo força centrípeta que é contrária a força gravitacional da Terra.

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Pois ela é atraída pelo sol, mas a força centrípeta (obida pela velocidade do órbita) vem contrária a essa atração.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Pois possui uma massa significativa em relação aos objetos que atrai.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Pois na lua a aceleração da gravidade é menor do que a da Terra, e, portanto, atrai os objetos mais lentamente.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

Aceleração da gravidade é a aceleração de um corpo abandonado em determinado campo.

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Pois a massa da cadeira, ou da mesa deveria ser muito maior do que a massa para nos atrair.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?



2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Porque ela é atraída pelo Sol, mas a força centrífuga é contrária a essa atração.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Porque a Terra possui uma massa significativa.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Porque a gravidade na Lua é menor do que na Terra.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

- gravidade - força de atração exercida pelo astro.
- aceleração de gravidade - é a aceleração adquirida por um objeto em queda.
- campo gravitacional - a área que está sujeita à ação da gravidade.

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Porque a massa da cadeira não é significativa em relação a nossa massa.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?



2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Por possui uma atração pelo sol, mas a força centrípeta é contrária a essa atração.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Por ela tem uma massa significativo.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Por a gravidade na lua é menor que na Terra.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

Gravidade: Força de atração exercida pelo astro
Aceleração da gravidade: É a aceleração exercida em um objeto em queda livre.

Campo gravitacional: Área que está sujeito a ação da gravidade

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Por a massa da cadeira não é significativo em comparação a nós.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

Porque existe uma força tangencial

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Por causa da força gravitacional, que se divide entre tangencial e centrípeta.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Por causa da sua gravidade, a qual existe graças a concentração de massa.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Gracias a sua massa menor que a do terra, sua gravidade também é menor, atraindo os objetos com menor força.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

Gravidade = força de atração de qualquer corpo. mais isso
aceleração da gravidade = distância por segundo percorrido, por um objeto colocado em algum ponto do campo gravitacional
quanto mais distante do centro gravitacional (sem ser no interior do corpo), menor a aceleração do objeto em direção ao planeta
relação = $\frac{1}{r^2}$ distância

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar.

A gravidade da cadeira tem uma força desprezível, graças a sua baixa concentração de massa

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Por estão em órbita.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Por tudo tende a ficar no centro da terra, pela gravidade.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Por a gravidade da lua é menor que na Terra.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar

Por tem várias forças agindo.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

Ela está sempre em queda-livre em torno da Terra, da mesma forma que os satélites artificiais.

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Por mesmo motivo que a lua não cai na Terra. ①

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Por causa do seu centro de gravidade.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Por causa da menor gravidade no solo lunar.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

gravidade = força do planeta.

aceleração = queda livre

campo gravitacional = espaço em que a gravidade atua para o objeto, por meio da aceleração

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Uma força maior, a força gravitacional, é maior em relação aos demais forças, por isso não sentimos

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Devido um campo gravitacional.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Devido a força da gravidade.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Não sei.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

*aceleração de $9,8 \text{ m/s}^2$ é a relação com que a terra atrai.
Não sei relacionar.*

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar

Porque a atração é insignificante perante a massa do planeta.

Jomile

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

Porque a Lua faz um movimento circular



2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Pelo mesmo motivo

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Porque ele possui massa

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Porque a massa da Lua é menor, então a aceleração com a qual ela cai é menor.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

gravidade é a força que atrai um objeto a outro
aceleração da gravidade é a aceleração que um objeto adquire em relação ao seu objeto, por conta da gravidade
campo gravitacional é uma região sujeita a força gravitacional de um objeto.

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Porque G é muito pequeno.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

Porque ela tem velocidade que se mantém. A aceleração é normal à velocidade, variando somente a direção dela.

Aceleração \perp velocidade.

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Pelo mesmo motivo

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Porque tem massa. (Massa atrai massa)

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Porque a força com que a Lua atrai o corpo é menor do que a força com que a Terra atrai o mesmo corpo porque tem menos massa.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

Campo gravitacional - região em torno do corpo na qual ele age (atrai) outros corpos.

Aceleração da gravidade - provoca Δv

Gravidade - ação (força) de um corpo sobre outro

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar?

Porque essa força é muito pequena.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 2: A CONSTANTE DE GRAVITAÇÃO UNIVERSAL E O CAMPO
GRAVITACIONAL TERRESTRE

Questões:

1. A Terra atrai a Lua, por isto ela gira em torno da Terra. Por que a Lua não cai na Terra?

Porque a Lua também tem força contrária.

2. Por que a Terra e os outros planetas no sistema solar não caem no Sol?

Porque todos os planetas também tem força gravitacional.

3. Por que a Terra atrai as coisas ao seu redor?

Porque a força do seu núcleo atrai pela gravidade.

4. Quando algo é deixado cair na superfície da Lua, parece que cai em câmera lenta, como se pode ver em vários vídeos do youtube. Por quê?

Porque a força gravitacional é menor.

5. Fala-se de gravidade, da aceleração da gravidade, e do campo gravitacional. Relacione e compare cada uma destas grandezas.

Gravidade: força de empuxo emitida pelo planeta.

Aceleração da gravidade: aumento da velocidade de acordo com a aproximação do núcleo.

Campo gravitacional: limite da força de atração.

6. Se matéria atrai matéria, por que não sinto a cadeira ou a mesa me puxar

Porque a força de atração é muito pequena.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSAÇÕES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

É preciso colocá-lo em determinada altura e com certa velocidade, de forma que ele esteja sempre "caindo", porém tangencialmente em relação à Terra. A altura deve ser um equilíbrio entre a gravidade da Terra e o espaço. A força centrípeta também é responsável.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Por não há um centro de massa considerado nel que possa atrair as coisas, e a Terra não está próxima o suficiente a os atrai pouco.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Para colocar satélites em órbita. São os pontos em que é possível deixar um objeto sem que este volte em direção ao centro da Terra, e fique caindo apenas de forma tangencial.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Sim, deixando os corpos em queda livre é possível simular a ausência da gravidade.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Sim, fazendo o contrário da situação anterior, acelerando "para cima". Ex: Quando um elevador sobe.

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Com o passar do tempo os satélites podem ter variação na velocidade e consequentemente sair de sua órbita planejada e cair.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSAÇÕES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

É preciso colocá-lo em determinada altura e
certo velocidade, sempre tangencialmente a Terra.
A altura é um equilíbrio entre a gravidade da
Terra e do espaço.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em
órbita em torno da Terra?

Porque não há massa considerável para atrair
os objetos, e a Terra não está próxima para
atrair os objetos.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Colocar satélite em órbita. É o lugar onde
os objetos têm um equilíbrio e ficam
rodando a Terra tangencialmente.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim,
qual(is)?

Sim, deixando os corpos em queda livre.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou
estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Sim, o contrário do questionário anterior. Podemos
pensar em um "elevador".

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Sim, pois o satélite pode perder velocidade
com o tempo, e podendo assim voltar
para a Terra.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSações GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

São lançados com propulsão suficiente para chegar a um ponto e consiga "ficar caindo" em órbita ao redor da Terra.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Por que estão caindo em torno da Terra, em queda livre

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Não me lembro de ter ouvido falar, mas pelo nome, imagino que são as órbitas dos satélites que ficam parados em torno do Sol.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Acredito que não.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Sim, dentro dos foguetes.

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Há riscos, pois se pode ser atraído pela força gravitacional.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSACIONES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

Projetado-o com velocidade suficiente a manter-se em órbita.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Porque não sofrem a ação da força da gravidade.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Não sei.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Sim. Com locais projetados para anular a força da gravidade.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Acredito que não.

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Existe o risco de se chocar com lixo espacial ou um meteoro.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSACIONES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

lançando-o, com uma força para o campo gravitacional, exatamente para que fique em órbita.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Jogo de forças, entre gravidade

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Para obter informações e reparar para o mesmo ponto terrestre.
^{↳ e repassa}

↳ Órbitas em que satélites ficam parados.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Equipamentos específicos.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Não ter força própria?

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSações GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

O satélite é "levado" por um foguete até a órbita desejada e lá é lançado tangencialmente a essa trajetória com velocidade determinada.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Porque tanto a nave quanto tudo que estiver dentro dela estão sujeitos a mesma aceleração.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

São órbitas que ficam a uma distância da Terra em torno de 36.000 km. Os satélites nessas órbitas têm um período igual ao da Terra (24 horas) e em relação a um ponto fixo na Terra estão em repouso. Os satélites

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Sim, há formas. Aviões que em um curto período de tempo "entram em queda livre" por exemplo. É uma situação de imponderabilidade. (Elevadores em queda livre, etc.)

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Não sei

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Pensando nas pessoas que estão em órbita em naves. Sim. Ocorre descalcificação dos ossos, gera vertigem, ...

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSACIONES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

Precisa-se calcular uma órbita adequada ao tipo de satélite, além de, combustível necessário para essa subida e também para impulsionar a velocidade.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Parecem flutuar pois ao mesmo tempo que gira, ele cai.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Como forma de organizar todos os satélites existentes.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Utilizando a queda livre nos corpos, simular a questão 2.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Deve ser o contrário da questão 4.
Realizar um movimento de subida

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Traz riscos para o corpo, por isso os astronautas da estação espacial precisam realizar muitos exercícios. Ou ser atingido por um meteoro ou cometa

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSACIONES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

Deve-se colocar o satélite a uma certa altura com uma determinada velocidade para que ele esteja sempre caindo em torno da Terra.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Porque a massa não é considerável para atrair os objetos e a Terra não está próxima o suficiente para atrair.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Para colocar os satélites em órbita. Os objetos estão em equilíbrio e "caindo" tangencialmente ao redor da Terra.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Sim, deixando os corpos caírem em queda livre.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Sim. Pensa que utilizando a ideia do elevador, pois este se move contra a gravidade.

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Sim. Acredita que outros astros ou objetos no espaço podem atingir a Terra.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSACIONES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

Coloca-se um satélite em órbita levando-o até fora da atmosfera e lançando-o a uma velocidade que permita seu movimento em órbita, e que não seja afetado pela gravidade da Terra. O satélite manterá sua velocidade quase constante em sua órbita.

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Porque a força gravitacional da Terra é menor, e outras forças gravitacionais estão em ação.

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

As órbitas geoestacionárias são estações que orbitam ao movimento da Terra, e servem de base para outros objetos em órbita.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Sim. Com equipamentos que exercem forças que mantêm os corpos em flutuação.

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Sim. Queda de objetos na atmosfera, choque entre dois corpos em órbita, lixo espacial.

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
MÓDULO 4: ÓRBITAS E SENSAÇÕES GRAVITACIONAIS

Questões:

1. Como se pode colocar um satélite em órbita?

Colocando-o em uma distância tal da Terra que fique ~~em~~ sob a ação da força gravitacional da Terra, mas também da lua...?

2. Por que as coisas parecem não ter peso quando estão em uma estação espacial, em órbita em torno da Terra?

Acho que é porque não há ^{capada} força gravitacional da Terra ???

3. O que são e para que são usadas as órbitas geoestacionárias?

Não sei.

4. Há formas de simular ausência de gravidade em locais onde há gravidade? Se sim, qual(is)?

Acho que sim, dentro de piscinas???

5. Há formas de simular gravidade em locais nos quais há ausência de gravidade ou estado de imponderabilidade? Se sim, qual(is)?

Não sei o que é imponderabilidade...

6. Há riscos que se deve temer por orbitar o planeta? Se sim, qual(is)?

Acho que o risco pode ser o de colisão???

QUESTÕES:

1. Como a lua surgiu?

Não sei. Suponho que seja material que sobrou e foi se juntando até formar a Lua; ou algum objeto celeste que caiu no campo gravitacional da Terra (embora ache o último pouco provável por causa do tamanho do céu)

2. Além de “obrigar” a lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.

3. Que tipo de influências a lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.

Mareis, por causa da força gravitacional.

4. O que seria o lado escuro da Lua?

O lado que nunca vemos, por causa da rotação.

5. A lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?

Sim. @ Uma rotação leva o mesmo tempo que a translação.

6. Por que a lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a lua.



Porque ao longo da translação ao redor do Sol vemos partes diferentes do lado iluminado.

7. Que particularidades sobre o sistema lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?

A Lua, a Terra e o Sol estarão alinhados (não é sempre porque o ângulo de inclinação nem sempre coincide)



QUESTÕES:

1. Como a lua surgiu?

ou formada por parte de material da Terra
 ou formada por material que foi se aglomerando,
 se juntando

2. Além de "obrigar" a lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.

3. Que tipo de influências a lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.

Marés

4. O que seria o lado escuro da Lua?

A lua sempre apresenta a mesma face para a Terra, portanto tem um lado que nunca "vemos".

5. A lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?

Sim, seu período de rotação coincide com seu período de translação em torno da Terra.

6. Por que a lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a lua. *Sim*



7. Que particularidades sobre o sistema lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?

Eclipses = ocultar
 + horizontem quando há alinhamento S - T - L
 eclipse solar → ocultação do sol → (S) - (L) - (T)
 eclipse lunar → ocultação da lua → (S) - (T) - (L)

OEI – Observatório Educativo Itinerante
Formação em Astronomia: Gravitação Universal
Módulo 5: Influências e Percepções da Lua a partir da Terra

QUESTÕES:

1. Como a lua surgiu?

A partir de uma explosão, o Big Bang, que deu origem ao universo.

2. Além de “obrigar” a lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.

A única força que tenho conhecimento que a Terra exerce sobre a Lua é a força gravitacional!

3. Que tipo de influências a lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.

Influências sobre as marés, plantações, ...

4. O que seria o lado escuro da Lua?

A parte da Lua que não recebe os raios solares.

5. A lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?

Pois o seu giro acompanha o giro da Terra.

6. Por que a lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a lua.

Porque ela gira em torno da Terra e conforme sua posição recebe os raios solares, dando origem as diferentes fases.



7. Que particularidades sobre o sistema lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?

A posição da Lua com relação ao Sol, depende de seu grau de inclinação.

Um eclipse solar: a Lua está entre o Sol e a Terra.

Eclipse Lunar: a Lua está no cone de sombra da Terra, totalmente “atrás” da Terra.



QUESTÕES:

1. Como a lua surgiu?

Através do explosão do Big Bang

2. Além de “obrigar” a lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.

Não sei dizer.

3. Que tipo de influências a lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.

Fases da lua (MARES - PLANTAGENS).

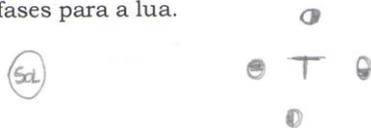
4. O que seria o lado escuro da Lua?

Onde não tem luz solar.

5. A lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?

Sim. Pois a Terra também gira em torno de si, e como a lua se “desloca” na órbita, acaba ficando sempre com a mesma face para Terra.

6. Por que a lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a lua.



7. Que particularidades sobre o sistema lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?

O eclipse ocorre quando os 3 planetas se alinham.

Solar = A lua não deixa a luz passar até a Terra
Lunar = A Terra não deixa a luz passar até a lua

QUESTÕES:

1. Como a lua surgiu?

A Não sei de que forma ele surgiu, mas acredito que tenha surgido com a Terra no Big Bang.

2. Além de "obrigar" a lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.

As vezes a Terra faz sombra na lua, ou seja, dependendo de sua posição faz com que a luz do sol não chegue até ela. São os fases lunares.

3. Que tipo de influências a lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.

Como a lua tem uma massa significativa, é capaz de atrair alguma matéria, dessa forma a lua influencia nos mares. Como ela reflete parte da luz solar, também influencia na agricultura, etc.

4. O que seria o lado escuro da Lua?

O lado que nós está exposto a luz solar.

5. A lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?

A rotação da lua acompanha a da Terra, dessa forma podemos ver sempre a mesma face.

6. Por que a lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a lua.

A lua tem diferentes fases pois a terra faz sombra nela.  conforme a órbita da lua ele recebe mais ou menos luz solar dependendo da posição em relação a Terra.

7. Que particularidades sobre o sistema lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?

Depende do alinhamento, como a lua está muito distante do sol, apesar de ser pequena, pode tapar o sol.



QUESTÕES:

1. Como a lua surgiu?

Pelos meus conhecimentos, não se sabe se a LUA é "irmã" ou "filha" da Terra

2. Além de "obrigar" a lua a permanecer em órbita, a Terra exerce algum outro tipo de influência sobre a Lua? Discuta.

Não tenho conhecimentos, apenas da força gravitacional.

3. Que tipo de influências a lua exerce sobre a Terra? Comente, especule.

Influências nos rios vivos (Ex LUA CHEIA) e influências nas marés (Ex principal porção)

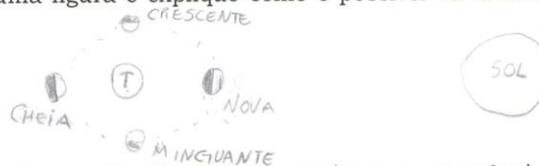
4. O que seria o lado escuro da Lua?

O lado que não é iluminado pelo Sol.

5. A lua gira em torno de si mesma? Como ela fica sempre com a mesma face voltada para nós?

Sim, possui rotação similar a da Terra

6. Por que a lua tem fases? Faça uma figura e explique como é possível ver diferentes fases para a lua.



7. Que particularidades sobre o sistema lua-Terra-Sol permitem a ocorrência de eclipses? Qual a diferença entre eclipses solares e lunares?

É formado pelo alinhamento dos 3 astros.

ECLIPSE SOLAR -
Diagrama de eclipse solar: O Sol (SOL) está à esquerda, a Lua (L) está no meio e a Terra (T) está à direita. A Lua está alinhada entre o Sol e a Terra, projetando sua sombra sobre a Terra.

ECLIPSE LUNAR -
Diagrama de eclipse lunar: O Sol (SOL) está à esquerda, a Terra (T) está no meio e a Lua (L) está à direita. A Terra está alinhada entre o Sol e a Lua, projetando sua sombra sobre a Lua.

ANEXO 3
Produto