



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



DANIEL FLACH

## TÓPICOS EM ASTRONOMIA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Prof. Dr. Dakir Larara Machado da Silva

Orientador

Prof. Dra. Silvana Da Dalt

Co-orientadora

Tramandaí

Agosto de 2018

DANIEL FLACH

## TÓPICOS EM ASTRONOMIA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Física.

Aprovada em 24 de agosto de 2018.



---

Prof. Dr. Dakir Larara Machado da Silva – MNPEF-UFRGS/CLN



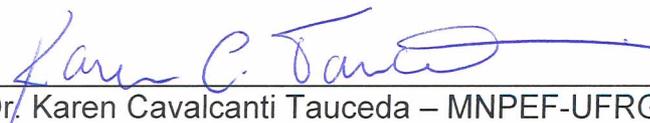
---

Prof. Dr. Elizandra Martinazzi – IFRS



---

Prof. Dr. Jorge Rodolfo Silva Zabadal – MNPEF-UFRGS/CLN



---

Prof. Dr. Karen Cavalcanti Tauceda – MNPEF-UFRGS/CLN

### CIP - Catalogação na Publicação

Flach, Daniel  
TÓPICOS EM ASTRONOMIA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO  
MÉDIO / Daniel Flach. -- 2018.  
117 f.  
Orientador: Dakir Larara Machado da Silva.

Coorientadora: Silvana Da Dalt.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Campus Litoral Norte, Programa de  
Pós-Graduação do Mestrado Nacional Profissional em  
Ensino de Física, Tramandaí, BR-RS, 2018.

1. Ensino de Física. 2. Tópicos de Astronomia. 3.  
Astronomia no Ensino Médio. I. Silva, Dakir Larara  
Machado da, orient. II. Da Dalt, Silvana, coorient.  
III. Título.

*Dedico esta dissertação às pessoas que estiveram ao meu lado (mesmo que distantes) durante os desafios impostos pelos estudos e pela vida neste período. Em especial ao meu irmão Luis Felipe Flach.*

## AGRADECIMENTOS

À minha família e aos meus amigos e minhas amigas que me incentivaram a continuar, mesmo com os acidentes de percurso. Em especial à minha vó Maria que foi a pessoa que melhor compreendeu o motivo da minha ausência durante esse período.

À Shaiane da Luz Rodrigues pelo apoio, pelo empréstimo do *netbook* e por ouvir minhas frustrações e desabafos.

Aos colegas e às colegas de trabalho do IFRS que viabilizaram o meu afastamento nas sextas-feiras e eventuais sábados de trabalho para que eu pudesse dar seguimento aos estudos.

Aos colegas e às colegas de trabalho do IFSul que viabilizaram a minha liberação nas sextas-feiras e sábados letivos para que eu pudesse concluir os estudos.

Aos estudantes e às estudantes das turmas 131 e 211 do *Campus Restinga*, por terem aceitado a proposta de trabalho e contribuído significativamente no processo.

À Ana Paula Goulart Schultz, pela atenção, compreensão, apoio, informações, e solução de problemas durante esses dois anos.

Aos colegas do curso de mestrado, pela parceria e troca de ideias.

Aos professores e professoras do programa MNPEF-CLN.

Aos meus orientadores, professor Dakir e professora Silvana pelo apoio e paciência.

À CAPES pelo apoio financeiro por meio da bolsa concedida.

Aos professores Éderson, Karen e Neila pelas críticas e orientações de melhorias no trabalho feitas durante o exame de qualificação.

Aos professores Ronaldo e Rafael por me lembrarem que a organização é fundamental em todas as atividades acadêmicas.

Aos servidores laboratoristas do *campus* Litoral, pela ajuda no desenvolvimento de atividades, pela disponibilidade e atenção.

À Sociedade Brasileira de Física (SBF) pela iniciativa do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF) e pela oportunidade estendida aos professores e professoras no país.

Aos professores Marco Antônio Moreira e Marcio Gabriel dos Santos pela defesa da continuidade do mestrado profissional na Instituição.

## RESUMO

Esta dissertação apresenta as etapas de desenvolvimento de uma sequência didática para o Ensino de Física tendo a Astronomia como tema motivador. As atividades propostas e conteúdos trabalhados foram elaborados visando a aplicação em sala de aula para turmas de primeiro ano do Ensino Médio, tendo em vista os conteúdos abordados nesta etapa escolar. Inicialmente apresentamos um breve estudo sobre a importância do desenvolvimento de conteúdos de Astronomia na educação básica na visão de autores e como isso aparece nos documentos que estabelecem as diretrizes curriculares nacionais. Esta proposta de sequência didática é apresentada como Produto Educacional no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física (MNPEF).

A sequência didática foi aplicada em duas turmas regulares dos cursos Técnico em Lazer e Técnico em Eletrônica Integrados ao Ensino Médio do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – *Campus Restinga*. Os conceitos de Física trabalhados correspondem aos que são estudados na parte de mecânica, abrangendo desde o estudo de algumas aplicações básicas de cinemática até o estudo das Leis de Kepler, passando pelas três Leis de Newton e pela Lei da Gravitação Universal. Durante o desenvolvimento das aulas foram utilizados recursos visuais e computacionais, além de textos de apoio potencialmente significativos com o objetivo de preencher as lacunas referentes ao entendimento dos conteúdos de Física possibilitar um melhor entendimento dos assuntos desenvolvidos em aula.

**Palavras chave:** *Ensino de Física; Ensino de Astronomia; Astronomia no Ensino Médio.*

## ABSTRACT

This dissertation shows a didactical sequence development's steps concerning the teaching of Physics, being Astronomy a proposing theme. The contents and activities presented were elaborated to the specific use in classroom, to high school classes of first grade, considering all the content displayed on this learning stage. Initially, we introduce a brief study about the importance of Astronomy as a content on basic education on several authors' view, also how does that appears in documents which establish the national curricular directives. This didactical sequence approach is presented as an Educational Product on the Physics Teaching National Professional Master's Degree range.

The didactical sequence was applied on two regular classes, from the Leisure Technician course and the Electronic Technician course integrated with the high school program from *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Restinga*. The Physics concepts presented correspond to the ones studied at the Mechanics' topic, ranging from the Cinematics basic applications' study to the Kepler's Laws study, all the through the Newton's three laws and the Universal Gravitational Law. During the classes' development, some visual and computational resources were used, besides potentially meaningful support texts aiming to fulfill the blanks concerning the Physics' content understanding, making possible a better comprehension of the subjects developed in class.

*Keywords: Physics Teaching; Astronomy Teaching; Astronomy in the High School.*

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>1. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	17
A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel .....	17
<b>2. METODOLOGIA</b> .....	20
2.1 Aspectos Gerais da Escola.....	23
2.2 Aspectos Gerais das Turmas.....	24
2.3 Proposta Geral do Produto Educacional.....	25
2.4 A Aplicação do Produto Educacional .....	27
<b>3 . O PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DAS AULAS</b> .....	29
3.1. Aula 1.....	31
3.2. Aula 2.....	36
3.3 Aula 3.....	38
3.4 Aula 4.....	41
3.5 Aula 5.....	43
3.6 Aula 6.....	44
3.7 Aula 7.....	45
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	50
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	53
APÊNDICE A .....	55
APÊNDICE B- PRODUTO EDUCACIONAL .....	58
ANEXO A – <i>Notícia publicada na página do jornal EL PAÍS (28/11/2017)</i> .	113

## **INTRODUÇÃO**

A Astronomia é uma área da ciência que desperta verdadeiro fascínio em grande parte das pessoas. Na antiguidade foi utilizada sistematicamente para localização geográfica, navegações, agricultura, etc. (OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2004). Nas últimas décadas, temas em Astronomia e Astrofísica foram fortemente explorados no cinema, em documentários de divulgação científica, em animes, jogos, aplicativos para smartphone, entre outros. Além disso, no que se refere ao Ensino de Ciências, observa-se que a Astronomia mostra-se como um tema interessante, instigante e motivador (LANGHI e NARDI, 2014).

A discussão de temas em Astronomia em sala de aula já é prevista pelas diretrizes de educação básica. Questões como estações do ano, movimento aparente dos astros, dinâmica do sistema solar, Leis de Kepler, Gravitação Universal são conteúdos discutidos – ou deveriam ser - nos ensinamentos fundamental e médio. A proposta deste trabalho é apresentar ao professor ferramentas que possam ajudá-lo na elaboração de aulas que tenham como foco principal tópicos em Astronomia, propondo uma sequência de aulas apoiadas por mídias diversas que facilitem a visualização e o desenvolvimento de conceitos específicos, relacionando a tópicos de Física estudados no primeiro ano do Ensino Médio. Neste sentido, foram selecionados alguns *softwares*, aplicativos, vídeos e imagens com o propósito de explorar ao máximo os aspectos gráficos para auxiliar na compreensão e abstração de situações problemas. Entre as ferramentas apresentadas estão: o *software Stellarium*<sup>1</sup>, que possibilita simular o céu noturno ou diurno de qualquer ponto sobre a superfície da Terra, ou mesmo em outros corpos do Sistema Solar. A partir deste *software* é possível trabalhar questões referentes a ao movimento aparente dos astros, explorar as visões do céu em diferentes culturas, identificar galáxias, nebulosas e outros objetos, facilitando assim, o desenvolvimento de alguns conceitos em Astronomia. Outra ferramenta

---

<sup>1</sup> Disponível para download em português no endereço: [http://stellarium.org/pt\\_BR/](http://stellarium.org/pt_BR/)

escolhida foi o aplicativo *Solar System Scope*<sup>2</sup>, a partir do qual, os alunos poderão visualizar o sistema solar, observar características de sua formação e composição. Alguns outros *softwares* e aplicativos serão apresentados no capítulo de planejamento das aulas, assim como outras ferramentas, voltadas ao estudo de fenômenos específicos também serão apresentadas. Os recursos utilizados, tiveram como objetivo tornar mais dinâmicas as aulas, possibilitando a interação dos(as) estudantes e o trabalho colaborativo entre eles, além de estimular o uso de ferramentas digitais para situações de sala de aula. Além de serem ferramentas interessantes para os estudantes, podem servir de auxílio ao professor, por explorarem muito a parte visual, possibilitando a observação e captura de imagens do sistema solar e de outros pontos do Universo.

Além de recursos visuais, são sugeridos materiais diversos, como listas de exercícios e atividades para serem realizadas durante as aulas. Esses materiais podem ser impressos e entregues aos alunos, ou compartilhados por meio de plataformas digitais. São apontadas duas plataformas virtuais que foram utilizadas para compartilhamento e organização de materiais didáticos. A primeira é a plataforma *Moodle*<sup>3</sup> e a segunda plataforma é o aplicativo da *google* chamado *Google Classroom*. A utilização destes recursos foi pensada de forma a sistematizar o processo socialização de informações e materiais trabalhados durante as aulas, oportunizando não apenas a leitura dos materiais fora do espaço de sala de aula, mas, também propiciar espaços de troca de informações e fóruns de discussão sobre temas relacionados, caracterizando assim um canal de comunicação geral entre estudantes e professor.

A inserção de tópicos relacionados à Astronomia é um fator importante no que diz respeito à motivação e problematização aos assuntos relacionados ao estudo de Ciências (LANGHI e NARDI, 2014). Além disso, a implementação de tópicos de Astronomia e Astrofísica e a discussão de conceitos relativos a esta área do conhecimento no Ensino Médio está prevista em documentos

---

<sup>2</sup> O aplicativo não é gratuito, mas pode ser explorado em sua versão demo para PC ou utilizado em modo online no endereço: <https://www.solarsystemscope.com/>

<sup>3</sup> A disciplina foi organizada no espaço disponibilizado na plataforma *Moodle* mediante cadastro no site Minha Escola Virtual. Disponível em <http://minhaescolavirtual.com.br/>

bases da educação nacional, como disposto nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) de 2006, no que diz respeito aos Temas Estruturadores do Ensino de Física. De acordo com o Tema 6 (Universo, Terra e Vida) deste documento:

“Confrontar-se e especular sobre os enigmas da vida e do Universo é parte das preocupações frequentemente presentes entre jovens nessa faixa etária. Respondendo a esse interesse, é importante propiciar-lhes uma visão cosmológica das ciências que lhes permita situarem-se na escala de tempo do Universo, apresentando-lhes os instrumentos para acompanhar e admirar, por exemplo, as conquistas espaciais, as notícias sobre as novas descobertas do telescópio espacial Hubble, indagar sobre a origem do Universo ou o mundo fascinante das estrelas e as condições para a existência da vida como a entendemos no planeta Terra. Nessa abordagem, ganha destaque a interação gravitacional, uma vez que são analisados sistemas que envolvem massas muito maiores que aquelas que observamos na superfície da Terra. Ao mesmo tempo, evidenciam-se as relações entre o mundo das partículas elementares, assim como os métodos para investigá-lo, com o mundo das estrelas e galáxias. Lidar com modelos de Universo permite também construir sínteses da compreensão Física, sistematizando forças de interação e modelos microscópicos. Esses assuntos podem permitir reconhecer a presença da vida humana no Universo como uma indagação filosófica e também das condições Físicas, químicas e biológicas para sua existência, evidenciando as relações entre ciência e filosofia ao longo da história humana, assim como a evolução dos limites para o conhecimento dessas questões”. (BRASIL, 2006)

Estas orientações são de fundamental importância no que se refere a abordagens didáticas mais contextualizadas, instigantes, problematizadas e dinâmicas. Ocorre que, como apontam Langhi e Nardi (2012, p. 93) estudos feitos à época da publicação apontam para a existência de lacunas ligadas à formação inicial de professores em relação a tópicos relacionados a Astronomia. Sem ter uma base formativa na área, é pouco provável que professores e professoras sintam-se aptos(as) a trabalhar estes conteúdos em sala de aula.

Na visão de Tignanelli (1998) conceitos de Astronomia relacionados a fenômenos observáveis no Universo que habitamos, tais como o nascer, o ocaso do sol, movimento aparente do sol e a impressão dos dias e das noites,

movimento orbital, fases da lua, manchas solares, deveriam ser inseridos no contexto escolar desde o ensino fundamental.

Tais tópicos relacionados a Astronomia trazem implicitamente as noções de movimento relativo, medidas de tempo e dimensões, distâncias, entre outros. Todos estes fenômenos podem ser estudados e discutidos sem a necessidade de instrumentos óticos específicos como binóculos astronômicos, lunetas ou telescópios. (Tignanelli *apud* Langhi e Nardi, 2012)

Para Ostermann e Moreira (1999) conteúdos básicos sobre Astronomia, fases da lua, estações do ano, planetas, etc., devem ser inseridos desde o ensino fundamental no currículo escolar, pois, a ausência da implementação desses assuntos, acabam reforçando erros conceituais graves. (Moreira e Ostermann *apud* Langhi e Nardi, 2012). É muito comum que estudantes do ensino básico e até mesmo estudantes que já concluíram as etapas regulares da educação básica de nível médio associem as estações do ano à posição orbital da Terra, sem identificar fatores como a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação ao plano da órbita, por exemplo.

A Lei de Diretrizes e Bases (LDB) de 1996 estabelecia que a Astronomia deveria estar presente essencialmente na disciplina de ciências. E como foi destacado por Langhi e Nardi (2012) isso gerou alguns inconvenientes no que se refere a formação básica de professores, que revisavam, muitas vezes, de forma superficial conteúdos relacionados a esta área. Embora, atualmente, a Astronomia esteja presente em boa parte dos cursos de formação básica em ciências, ocorreu um período em que sua obrigatoriedade não estava prevista em lei, e por isso observa-se que muitos professores e professoras não se sentem preparados para abordar alguns temas com clareza e segurança.

Atualmente observa-se uma grande quantidade de estudos relacionados a educação em Astronomia. Através de Cursos de educação continuada, programas de pós graduação, encontros, seminários, olimpíadas, etc., a educação em Astronomia vem numa crescente bastante significativa.

Em um artigo publicado na Revista Latino-Americana de Educação de Astronomia<sup>4</sup> - RELEA no ano de 2011, foi feito um estudo intitulado O Conhecimento Prévio de Alunos do Ensino Médio Sobre as Estrelas. Estrelas são astros que despertam muito interesse nos(as) estudantes, constituindo um tema sobre o qual são divulgadas muitas notícias por ser uma área muito estudada em Astrofísica. No Ensino Médio é um tema pouco explorado, embora seja possível trabalhar conceitos diversos na área da Física, Química e Biologia, dentre outras. No estudo citado acima, o autor analisou as respostas de 125 alunos do primeiro ano do Ensino Médio e constatou que a grande maioria possui concepções espontâneas sobre Estrelas que divergem do que é cientificamente aceito.

“vários estudantes possuem dificuldade em elaborar um modelo explicativo sobre o funcionamento de uma estrela; são poucos os que dizem que as estrelas possuem certo tempo de existência; alguns alunos as imaginam com pontas; poucos reconhecem que uma estrela é formada por uma massa de gás; vários conhecimentos prévios partem de aspectos meramente visuais; ainda assim, os estudantes não possuem o hábito de observar a natureza mais detalhadamente, entre outras”. Iachel (RELEA, n. 12, p. 7-29, 2011)

Os apontamentos feitos Tignanelli (1998), por Moreira e Ostemann (1999), as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) de 2006, assim como o trabalho publicado por Iachel (2011) e muitos outros trabalhos relacionados à educação em Astronomia apontam para a importância do desenvolvimento de conteúdos voltados a este campo de estudos para que seja possível levar os(as) alunos a fazerem uma leitura mais abrangente da natureza, superando alguns obstáculos decorrentes da falta de familiaridade com estes temas. Ao falarmos em Educação, estaremos utilizando o conceito de educação em uma forma mais abrangente do que usualmente empregado no cotidiano. De acordo com Paro (2014, p. 23):

*(...) a educação consiste na apropriação da cultura. Esta, entendida também de forma ampla, envolve conhecimentos, informações, valores, crenças, ciência, arte, tecnologia, filosofia,*

---

<sup>4</sup> Periódico eletrônico de livre acesso disponível em: <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea>

direito, costume, tudo enfim que o homem produz em sua transcendência da natureza.

Neste sentido, entendemos que não basta apenas estabelecer relações apropriadas entre conceitos da disciplina de Física com conceitos de Astronomia, com base em uma distribuição tradicional de conteúdos, mas também apresentar conceitos novos, comuns à Astronomia, conceitos que se estendam além dos conceitos trabalhados na parte de Gravitação e Leis de Kepler<sup>5</sup>, para que os(as) estudantes sintam-se mais aptos a discutir, mais preparados para ler e compreender, e mais confiantes para estudar questões relativas a Astronomia e Astrofísica.

Os objetivos centrais dessa dissertação é a análise da implementação do produto educacional, para o Ensino de Física, criado no âmbito do Mestrado Profissional Nacional em Ensino de Física. O produto educacional foi pensado na estrutura de uma sequência de aulas, conforme mencionado anteriormente e ao final do processo de implementação, feitas as alterações que se mostraram necessárias, foi estruturado em formato de material instrucional para o uso de outros(as) professores(as) para que possa ser consultado, compartilhado, utilizado e adaptado como recurso potencialmente significativo para o ensino básico. Além disso, analisar as relações entre conceitos de Física e Astronomia feitas pelos(as) estudantes, problematizar conteúdos de Física a partir de exemplos relacionados a Astronomia e Astrofísica, aproximar estes temas da vida dos(as) estudantes através de práticas e discussões em sala de aula e com isso expandir horizontes no que se refere ao entendimento dos conteúdos de Física também são elementos centrais deste trabalho.

Esta é uma visão geral sobre o trabalho, porém, existem peculiaridades relacionadas a este processo: primeiramente, entendemos que o processo de aprendizagem é um processo dinâmico, por isso não buscamos uma abordagem fechada, engessada. Existem variáveis importantes nesta relação, como, por exemplo, o interesse dos(as) estudantes pelos temas, a estrutura Física da escola (que pode limitar ou expandir as possibilidades metodológicas),

---

<sup>5</sup> Os conteúdos de Gravitação Universal e as Leis de Kepler estão presentes na grande maioria dos livros didáticos para o Ensino Médio.

o uso das ferramentas, o entendimento e a vinculação de conceitos, etc. Dessa forma buscamos de modo mais específico contemplar essas questões a partir de objetivos específicos, que passam por:

- Apresentar uma visão contextualizada de Física geral, mais especificamente sobre conceitos da Mecânica Clássica e os modelos Cosmológicos explicados por ela com o uso de mídias diversas.
- Produzir materiais que despertem o interesse dos(as) estudantes e que estejam relacionados com aspectos gerais do cotidiano apresentando uma visão geral do que conhecemos no Universo e como a Física estudada na escola pode nos ajudar a compreender, mesmo que de forma simplificada estes fenômenos.
- Possibilitar aos alunos atividades onde seja possível manusear, operar e trabalhar de forma colaborativa através do uso *softwares*, aplicativos, resolução de problemas, e por meio de interação via ambientes virtuais.

A forma como estes objetivos foram trabalhados está mais claramente apresentada no Capítulo 3, que trata do planejamento e da execução das aulas.

## **1. REFERENCIAL TEÓRICO**

A proposta central dessa dissertação está amparada, do ponto de vista teórico, nas ideias e conceitos desenvolvidos por David Ausubel, sobretudo no que se refere à aprendizagem significativa e seus pressupostos. Além disso, embasa-se também no conceito de sequência didática como ferramentas para o ensino e aprendizagem, baseando-nos no entendimento de sequência como um conjunto de atividades pensadas de modo a viabilizar a continuidade de um dado tema, com o objetivo de trabalhar os conteúdos por “etapas”, sendo estas ligadas entre si e partindo de uma visão geral, mais abrangente para aspectos específicos dos conteúdos, diferenciando-os progressivamente e reconciliando-os de forma integrativa, possibilitando assim que os conceitos se tornem cada vez mais abrangentes e significativos.

### **A Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel**

Segundo Moreira (2009, p. 31), a ideia central da teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel é a de que o fator mais importante para a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já carrega em sua estrutura cognitiva. Ainda de acordo com a visão de Moreira (2009), o professor deve levar este conhecimento em consideração durante o processo no processo de ensino, averiguar este conhecimento e ensinar o aprendiz de acordo são ações fundamentais para que haja aprendizagem significativa.

Nesse sentido foi elaborado o questionário (apêndice A) para que fosse possível estabelecer as relações de significado entre conhecimentos desenvolvidos anteriormente, os conhecimentos a serem desenvolvidos e a relação que os(as) estudantes seriam capazes de estabelecer.

Na visão de Araújo (2007) a aprendizagem significativa, é um processo que leva em consideração a interação entre um novo conhecimento e aspectos relevantes pré-existentes da estrutura de conhecimento do indivíduo. Moreira (1999, p. 46) diz que para Ausubel, durante o processo de aprendizagem significativa a nova informação se relaciona, de maneira não-arbitrária e substantiva (não literal) à conceitos pré-existentes na estrutura cognitiva do

aprendiz. Estes conceitos foram denominados Conceitos Subsunçores por Ausubel.

Após a aplicação do questionário foi feita a análise mais detalhada das relações de alguns conceitos e como os(as) aprendizes os relacionavam, para então propor estratégias para o desenvolvimento da sequência de aulas proposta.

Em contraposição à aprendizagem significativa, que é a aprendizagem com significado, Ausubel definiu o conceito de Aprendizagem Mecânica. Onde o processo de aprendizagem ocorre sem que as informações se relacionem com elementos já existentes na estrutura cognitiva do aprendiz (Moreira, 1999, p. 47). Neste tipo de aprendizagem o conhecimento não adquire significado para o indivíduo, sendo recebido de forma arbitrária e literal pelo indivíduo.

O estudo das respostas aos questionários reafirmou este pressuposto da aprendizagem mecânica, pois foi possível observar que alguns conceitos foram desenvolvidos de forma a corroborar com definições pré-estabelecidas. Essas relações se deram de forma literal e arbitrária, apresentando aspectos conceitualmente equivocados, porém estruturados de forma comumente exposta em livros didáticos e definições encontradas na literatura.

Para que haja aprendizagem significativa, é necessário que o novo conhecimento se relacione, então, de modo não arbitrário e substantivo com o conhecimento prévio do aprendiz. Ou seja, é preciso que hajam conceitos pré-estabelecidos na estrutura cognitiva que possam se relacionar de forma substantiva e não arbitrária ao novo conhecimento. Além disso, é fundamental que o aprendiz possua disposição para relacionar o novo material aos conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva (Araujo, I. S., 2007).

De acordo com a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, sempre que uma nova informação interage com um conceito subsunçor, o conhecimento adquire significado, ao mesmo tempo o conceito subsunçor que ancorou este novo conhecimento, se torna mais amplo. Este processo em que um conceito vai se modificando em função da interação com

novos conhecimentos leva, muitas vezes à diferenciação progressiva, ou seja, o conhecimento prévio vai se tornando mais rico.

Por outro lado, estes conceitos ao serem diferenciados, podem adquirir novos significados à medida em que se relacionam entre si. À recombinação de conceitos que fazem parte da estrutura cognitiva do aprendiz, Ausubel chamou de reconciliação integradora. (Moreira, 2009, p. 34).

A proposta de sequência didática apresentada neste trabalho busca viabilizar os pressupostos apresentados de modo a relacionar conceitos novos com elementos previamente detectados, levando em consideração não só as respostas mas a interação dos(as) estudantes por meio de perguntas, comentários, estratégias de solução, pela forma como demonstraram se relacionar com os objetos apresentados no decorrer do desenvolvimento das atividades propostas.

Para Ausubel, a contextualização dos conteúdos é de suma importância para a aprendizagem significativa. E na visão da Aprendizagem significativa Crítica de Moreira, um dos fatores que proporciona a aprendizagem significativa é o interesse do aprendiz em estudar os tópicos estabelecidos. Nesse sentido, toda a sequência busca estabelecer a relação entre problematização, contextualização e material potencialmente significativo para as abordagens.

“...não há, por exemplo, livro significativo ou aula significativa; no entanto, livros, aulas, materiais instrucionais de um modo geral, podem ser potencialmente significativos e para isso devem ter significado lógico (ter estrutura, organização, exemplos, linguagem adequada, enfim, serem aprendíveis) e os sujeitos devem ter conhecimentos prévios adequados para dar significado aos conhecimentos veiculados por esses materiais”. (MOREIRA, 2016).

## **2. METODOLOGIA**

A sequência didática desenvolvida neste trabalho foi pensada com base na distribuição de temas específicos de mecânica e suas relações com temas comumente estudados no âmbito da Astronomia, pouco explorados tradicionalmente no Ensino Médio na disciplina de Física.

Inicialmente foi aplicado o questionário (apêndice A) como forma de mapear as relações entre conceitos específicos a respeito de tópicos de Astronomia e Física, bem como sua interação. As questões foram pensadas no sentido de estimular a expressão escrita de forma conceitual e livre por parte dos(as) alunos(as) envolvidos(as), onde são levantados aspectos gerais sobre o “campo” de estudos da Física e da Astronomia, as relações entre estas áreas do conhecimento, relações entre elas e outras áreas (tais como Química, Biologia, Geografia, etc.), conceitos específicos de Física (estudados no primeiro ano tradicionalmente) e alguns conceitos e definições gerais de Astronomia (tanto sobre conceitos previstos para o Ensino Fundamental quanto temas mais abrangentes, presentes em documentários, filmes de ficção, séries, etc.). O intuito desta ação inicial foi, após a análise dos resultados, buscar aspectos relevantes para o desenvolvimento dos conteúdos previstos para a sequência didática e estratégias que viabilizassem o desenvolvimento e a aprendizagem das novas informações.

Inicialmente foram pensados momentos bastante diversificados para o desenvolvimento dos conteúdos. Desde aulas teóricas com solução de problemas; aulas computacionais, de interação com objetos e ferramentas digitais de aprendizagem para que fosse possível o manuseio, a interação e a visualização gráfica de situações de estudos; aula prática de construção de materiais (planisférios e sistema solar em escala); aula observacional (para utilização dos planisférios); e uma aula seria destinada para a análise de filme específico sobre Astrofísica e comentários. Porém, devido a atividades específicas da organização escolar local, foi necessário adaptar o cronograma geral. O cronograma inicial para a aplicação da proposta de sequência didática pode ser observado na tabela 1 (dias de prova e revisão para provas não constam no quadro):

Tabela 1: Cronograma de desenvolvimento do estágio obrigatório no âmbito do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física – MNPEF. Fonte: Autor.

	Conteúdo	Objetivo
Atividade Inicial	Aplicação de questionário; Apresentação da proposta de Sequência Didática.	Aula motivacional com objetivo de motivar os(as) estudantes. Sondagem e levantamento de dados sobre conhecimentos prévios relativos aos conteúdos a serem trabalhados.
Tópico 1	Unidades de Distância; Primeira Lei de Newton; Massa: Massa Inercial e Massa Gravitacional;	Apresentar algumas unidades de medida utilizadas em Astronomia; Destacar parâmetros envolvidos no estudo da primeira Lei de Newton; trabalhar de forma qualitativa o conceito de força e interações entre forças.
Tópico 2	Segunda Lei de Newton; Distâncias Astronômicas Características dos corpos do Sistema Solar; Teorias de formação e composição do Sistema Solar, Modelos Geocêntrico e Heliocêntrico, Hipótese Nebular de formação.	Discutir qualitativa e quantitativamente a segunda Lei de Newton;
Tópico 3	Terceira Lei de Newton; Lei da Gravitação Universal; Sistema T-S-L; Forças de Maré.	Analisar a partir do uso de aplicativo a relação dos movimentos do sistema TSL; Formalizar matematicamente a Lei de Força para a Gravitação Universal
Tópico 4	Movimento Circular; Relações entre Período e Frequência, velocidade angular.. Estações do Ano; Eclipses; Fases da Lua;	Discutir os conceitos centrais envolvidos no movimento circular e analisar de que maneira estes conceitos se vinculam a fenômenos observáveis.
Tópico 5	Leis de Kepler Movimento de Satélites	Descrever as relações envolvidas e os conceitos necessários para o entendimento das leis de Kepler e do movimento de satélites. Analisar qualitativamente as relações matemáticas envolvidas.

A distribuição de conteúdos foi pensada de forma sequencial no que se refere a lacunas conceituais detectadas após a análise das respostas ao questionário inicial. Durante o desenvolvimento das aulas buscou-se estabelecer a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora dos conceitos estudados. Os materiais estudados e apresentados foram previamente selecionados com base a subsidiar as lacunas detectadas previamente, e percebidas aula a aula. Fazendo então com que a contextualização a partir de buscas por exemplos claros e de experiência

cotidiana, a problematização através de exemplos ilustrativos, animados em forma de vídeos ou simulação, além de exemplos que instiguem os(as) estudantes, buscamos estabelecer uma sequência didática que leve em conta fatores epistemológicos, pedagógicos, sociais, científicos, e desta forma buscando estabelecer uma sequência potencialmente significativa.

Entre atividades previstas para uma unidade de ensino potencialmente significativa, buscamos observar a importância de tarefas de realização comum, atividades em grupo, resolução de problemas de forma colaborativa, fazendo uso com conceito de Atividade Colaborativa, conforme Moreira (2016):

“...resolução de tarefas (problemas, mapas conceituais, construção de um modelo, realização de uma experiência de laboratório, etc.) em pequenos grupos (dois a quatro participantes), com participação de todos integrantes e apresentação, ao grande grupo, do resultado, do produto, obtido; esse resultado deve ser alcançado como um consenso do pequeno grupo a ser apreciado criticamente pelo grande grupo”.

Desta forma, foram propostas atividades a partir do uso de aplicativos apresentados, listas de problemas e atividades ligadas questões relativas a atualidades, como notícias divulgadas no contexto dos conteúdos estudados, dos aplicativos, dos exemplos, etc.

A sequência de aulas pode ser observada no Capítulo 3 do texto, os exemplos mais específicos podem ser vistos nos anexos, no produto educacional e nas tarefas ligadas aos aplicativos utilizados e aos materiais trabalhados.

## 2.1 Aspectos Gerais da Escola

O desenvolvimento do estágio e a implementação do produto educacional foram realizados em duas turmas de cursos técnicos integrados ao Ensino Médio do *Campus Restinga* do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - IFRS.

O Campus Restinga do IFRS está localizado no extremo sul da cidade de Porto Alegre. E possui uma particularidade bastante significativa, sendo o único *campus* cuja implantação foi resultado da luta e da mobilização da comunidade local e das lideranças comunitárias do bairro, presentes e atuantes desde o processo de implantação à escolha dos cursos a serem ofertados pelo campus.

Observa-se um forte sentimento de pertencimento por parte dos estudantes, dado este histórico de lutas da comunidade pela implantação do *campus* e todos os históricos mais recentes de lutas pela garantia de direitos. Este histórico também influencia internamente em questões pedagógicas, uma vez que o princípio da autonomia é muito presente na instituição no que se refere às relações gerais da comunidade escolar.

“O IFRS entende a educação como um processo complexo e dialético, uma prática contra hegemônica que envolve a transformação humana na direção do seu desenvolvimento pleno. Além disso, deve ter um caráter não dogmático, de modo a que os sujeitos se auto identifiquem do ponto de vista histórico”. (Consup IFRS 2014, p. 100).

A estrutura da escola conta com salas de aula equipadas com projetores, lousas de projeção, laboratório de informática, laboratório de ciências, além de estrutura geral de salas de aula, biblioteca, sala de estudos, etc. Essa infraestrutura ímpar, observada em pouquíssimas escolas públicas num contexto geral, foi bastante importante para a implementação da proposta. A facilidade de acesso aos diversos espaços, tornou possível abordar os conteúdos de forma bastante diversificada metodologicamente, o que implica em um possibilidade de ruptura com abordagens mais tradicionais, muitas vezes tidas como única opção devido a problemas estruturais e organizacionais.

## 2.2 Aspectos Gerais das Turmas

O estágio de desenvolvimento cujo objetivo foi a implementação do produto educacional foi desenvolvido nas turmas 131 (Técnico em Lazer) e 211 (Técnico em Eletrônica) do IFRS – *Campus* Restinga. As turmas possuem características organizacionais bastante distintas no que se refere aos pressupostos das matrizes curriculares. A turma 131 possuía 54 estudantes matriculados, dos quais apenas 32 eram alunos frequentes. A turma 211 possuía 47 estudantes matriculados, dos quais apenas 18 eram estudantes frequentes. Isso se deve ao fato de que muitos estudantes em regime de dependência eram matriculados nas turmas e não eram obrigados(as) a frequentar as aulas. Uma diferença significativa entre as turmas está no fato de que o conteúdo trabalhado é o mesmo, mas as etapas/séries são diferentes. A turma 131 é uma turma de primeiro ano, ao passo que a turma 211 é uma turma de segundo ano. A matriz curricular do curso de Lazer<sup>6</sup> está organizada por áreas do conhecimento e a disciplina de Física está incluída no eixo Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. A matriz curricular do curso de Eletrônica<sup>7</sup> é organizado de forma tradicional, por disciplinas, porém, o primeiro ano do curso não prevê conteúdos trabalhados pela disciplina de Física. Estes dados pode ser consultados nos Projetos Pedagógicos dos Cursos.

De forma geral as turmas apresentaram características muito parecidas no que se refere à participação em aula, interesse pelos temas trabalhados, e questionamentos que surgiram ao longo das aulas. Observou-se, porém, que a turma de Eletrônica respondia melhor às atividades que envolviam cálculos e análises mais complexas. Esse fato já era esperado, pois ao alcançar a segunda etapa (segunda série) os(as) estudantes já tiveram contato com conteúdos de matemática e outros conteúdos que envolvem cálculos na área técnica. Dessa forma, as atividades foram pensadas de modo a não prejudicar uma turma em função da outra devido a pequena desigualdade conceitual.

---

<sup>6</sup> Disponível em: [https://restinga.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201612223643950ppc\\_tecnico-lazer-integrado-em-retificado-final.pdf](https://restinga.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/201612223643950ppc_tecnico-lazer-integrado-em-retificado-final.pdf)

<sup>7</sup> Disponível em:

[https://restinga.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20153895813295ppc\\_integrado\\_eletronica\\_28\\_04\\_final.pdf](https://restinga.ifrs.edu.br/site/midias/arquivos/20153895813295ppc_integrado_eletronica_28_04_final.pdf)

### 2.3 Proposta Geral do Produto Educacional

O produto educacional foi desenvolvido com o objetivo de contribuir para o desenvolvimento de conteúdos de Física no Ensino Médio, apresentando uma sequência de aulas envolvendo conteúdos de mecânica clássica e conteúdos de Astronomia, relacionando-os através de exemplos, explicações dialogadas e com o apoio de mídias digitais. São apresentados alguns exercícios de fixação de cinemática e dinâmica (além dos exercícios sobre gravitação) que utilizam objetos relacionados ao campo da Astronomia e Astrofísica como forma de buscar relacionar e exemplificar situações de forma mais concreta. Um exemplo disso é quando se propõe um problema de cinemática utilizando um ônibus espacial que executa um movimento uniforme no espaço (e portanto sem resistência do ar) ao invés de trabalhar a partir de definições usuais como um bloco de massa  $m$  que desliza sobre uma superfície lisa e sem atrito, ou um objeto em queda onde a resistência do ar é desprezada.

O objetivo desses problemas não é de se contrapor aos exemplos utilizados comumente nos livros didáticos, provas de vestibular, etc., e sim criar uma situação onde se coloque em evidência alguns parâmetros, destacar o porquê da simplificação de alguns modelos e com isso abordar, mesmo que apenas qualitativamente na resolução de problemas e desenvolvimento de conteúdos, a influência da resistência do ar, das forças de atrito no dia a dia, e porque as desprezamos muitas vezes na solução de problemas. Mostrar que mesmo em uma situação hipotética – como a ônibus espacial no vácuo – é importante que se estabeleça algumas condições iniciais, como: estar livre da influência de forças gravitacionais significativas (para que execute o movimento uniforme), considerar que a massa permaneça a mesma (sem queima de combustível), etc. Além disso, a sequência didática prevê os conteúdos de movimento circular e leis de Kepler. A partir destes conteúdos é possível discutir questões relativas ao movimento dos astros, as estações do ano em diferentes partes do globo, o movimento de satélites, as marés oceânicas de origem gravitacional, missões espaciais modelos cosmológicos.

O produto foi organizado de modo a trabalhar com ferramentas diversas, onde é possível fazer simulações, demonstrações, visualizar

fenômenos astronômicos, escalas de distância, imagens, aspectos culturais e históricos sobre as interpretações do céu noturno e a influência disso para a humanidade.

A sequência didática inicialmente deveria contemplar sete tópicos que se estendem do estudo das leis de Newton ao Movimento de Satélites e uma aula sobre Constelações e História da Astronomia, além de duas dinâmicas, uma sobre escala de distâncias e diâmetros (A Terra como um Grão de Pimenta<sup>8</sup>) e uma oficina de construção de planisférios<sup>9</sup> para observação noturna. Assim, aliando conteúdo teórico, recursos tecnológicos e práticas interacionistas fora dos espaços de sala de aula e laboratórios de informática, se pensou na proposta que culminou no produto educacional (Apêndice B deste trabalho).

---

<sup>8</sup> Dados para a prática disponíveis em: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/ead/grao.htm>

<sup>9</sup> Dados para impressão e passo a passo para a montagem disponíveis no site: <http://www.if.ufrgs.br/~fatima/planisferio/celeste/planisferio.html>

## 2.4 A Aplicação do Produto Educacional

A aplicação do produto educacional foi feita nas duas turmas citadas acima (seção 2.2) e contou com um *planejamento inicial* que pode ser observado na tabela abaixo.

Tabela 2: Distribuição inicial de temas a serem abordados. Fonte: Autor

Aula 1	Aplicação de questionário sobre conhecimentos prévios; Apresentação da proposta de Sequência Didática (Contextualização/Problematização)			
Aula 2	Primeira Lei de Newton; Unidades de Distância; Massa Inercial e Massa Gravitacional; Tópico de Astronomia Relacionado : Formação do Sistema Solar			
Aula 3	Segunda Lei de Newton; Noções de escala de distâncias; Tópico de Astronomia Relacionado: Características do Sistema Solar;	Dinâmica: A Terra como um grão de Pimenta	Dinâmica: A Terra como um grão de Pimenta	
Aula 4	Terceira Lei de Newton; Tópico de Astronomia Relacionado: Sistema T-S-L			
Aula 5	Constelações	Dinâmica: Oficina de construção de planisférios para observação	Dinâmica: Oficina de construção de planisférios para observação	Aula cancelada em virtude da Mostra Científica do campus.
Aula 5	Movimento Circular; Tópicos de Astronomia relacionados: Estações do Ano; Eclipses; Fases da Lua; Movimento de satélites;			
Aula 6	Revisão de Conteúdos			
Aula 7	Avaliação de aprendizagem			
Aula 8	Discussão sobre tópicos de Astronomia e Astrofísica relacionados ao filme Interestelar.			
Aula 9	Atividade Avaliativa: Recuperação			

Observa-se que ocorrem pelo menos 2 aulas que tiveram que ser canceladas, a aula 5 e a aula 8. As aulas 6, 7 e 9 não estavam nos objetivos de desenvolvimento da sequência didática, foram incluídas por exigências/necessidades da escola. Na ocasião da aplicação do produto, eu estagiei nas turmas de outro professor e alguns critérios foram estabelecidos, como estas datas de avaliação, por exemplo. Era exigência o mínimo de duas avaliações em formato de prova, então o cronograma foi sendo alterado. As dinâmicas pensadas para as aulas 3 e 5 não foram viabilizadas por falta de material e em virtude de atividades previstas no calendário acadêmico. Devido a necessidade de aulas de revisão para as avaliações a aula 5 não pode ser

reposta e a aula 8 teve que ser descartada. Sendo os conteúdos desenvolvidos de acordo com a *tabela 1* (Cap. 2).

As variações observadas no cronograma colaboraram para um enfoque mais específico na Mecânica Clássica, como citado na seção anterior. Por um lado esse ponto foi positivo, pois, devido a algumas questões específicas como as provas e os prazos estabelecidos pelo calendário acadêmico, o semestre ficou muito tumultuado no final, talvez se fossem abordados temas de Física moderna como previsto na discussão do filme *Interestelar*, os(as) estudantes não teriam tempo para estudar e se envolver efetivamente com a proposta.

De uma forma geral a aplicação do produto teve uma aceitação muito boa por parte dos(as) estudantes, muito desta aceitação se deve à estrutura da escola que permitiu o desenvolvimento pleno do planejamento no que se refere aos usos de ferramentas tecnológicas e outros recursos materiais.

Os estudantes mostraram-se interessados do início ao fim das atividades, sempre contribuindo com as propostas e trazendo novidades sobre Astronomia para a aula, como notícias, comentários sobre partes de documentários, observações pessoais do céu, etc. Muitas dessas perguntas, foram traduzidas em problemas envolvendo conteúdos de Física e Astronomia para reflexão e resolução em sala de aula.

Após a finalização da aplicação do produto e o término do semestre, penso que se os conteúdos fossem distribuídos ao longo de um período maior de tempo, seria possível atender a todas as expectativas iniciais e que o cronograma inicial estava muito carregado de conteúdos para o período de tempo que tivemos e as lacunas a serem preenchidas entre as turmas.

O formato final do produto segue no Apêndice B desta dissertação para o uso de professores(as) que tiverem interesse em trabalhar estes tópicos e utilizar estas ferramentas.

### **3. O PLANEJAMENTO E EXECUÇÃO DAS AULAS**

Os conteúdos previstos para as aulas já estavam previamente definidos, o que foi feito com base nos pressupostos das matrizes curriculares dos cursos de nível médio na etapa correspondente ao primeiro ano, tendo como foco principal de estudo a Mecânica Clássica. Embora os conteúdos tenham sido distribuídos com base nestes parâmetros, a forma como o conteúdo foi abordado, problematizado e discutido não foi pensado de forma fechada/engessada. Mesmo que haja um planejamento inicial no que se refere aos conteúdos a serem desenvolvidos, ao lidarmos com pessoas em fase de escolarização, sempre teremos uma variável relacionada ao interesse pelos temas a serem trabalhados, a existência de alguns conceitos específicos na estrutura cognitiva dos(as) estudantes, e as possibilidades de abordagem no que se refere ao contexto da escola, à faixa etária, à “maturidade acadêmica”, etc.

A análise das respostas ao questionário inicial mostrou que haviam pontos importantes a serem trabalhados, tais como: possibilitar um enfoque mais abrangente da Física, mostrando a disciplina enquanto área do conhecimento científico, como uma construção humana e como forma de ler o mundo, a natureza, etc. Muitos(as) estudantes ao serem indagados sobre o que a Física estuda só conseguiram descrever conteúdos específicos, tais como cinemática, “conversão de unidades”, cálculos matemáticos, Leis de Newton, etc., ou seja, conteúdos próximos à rotina escolar, sem estabelecer relações com o estudo de fenômenos naturais, avanços tecnológicos ou a temas relacionados mais diretamente ao Universo.

Neste sentido, em um primeiro momento foi dada uma visão geral sobre a importância dos conteúdos estudados anteriormente para a compreensão do mundo que se estendeu até muito recentemente (antes da Teoria da Relatividade), uma vez que a Mecânica Newtoniana sintetizava de forma geral o funcionamento do Universo observável, estabelecendo relações entre os movimentos relativos entre a Lua, a Terra e o Sol, sobre a queda dos corpos, o movimento planetário, as marés oceânicas, etc. A partir daí as aulas foram sendo estruturadas de forma a responder questões que fossem surgindo,

buscando sempre estabelecer relações e conexões entre os conteúdos trabalhados e os conceitos desenvolvidos e aqueles já existentes nas concepções dos(as) estudantes.

Assim, as aulas foram estruturadas de buscar minimizar as lacunas percebidas a partir das análises das respostas e da interação entre os(as) estudantes e maximizar a relação entre conceitos e seus graus de abrangência no desenvolvimento da sequência. Os planejamentos das aulas, assim como o relato da aplicação das aulas pode ser observado nos tópicos a baixo.

### 3.1. Aula 1

**Conteúdo:** Apresentação da proposta, metodologia de trabalho, aplicação do questionário/teste sobre conhecimentos prévios.

**Objetivos de ensino:** Apresentar uma visão geral sobre a proposta de trabalho, falar sobre aspectos metodológicos relacionados aos objetivos da sequência a ser desenvolvida no âmbito do MNPEF e estabelecer os primeiros acordos com as turmas. Fazer um levantamento acerca do conhecimento prévio dos alunos sobre alguns tópicos específicos relacionados à Física e a Astronomia (através da aplicação de questionário específico – Apêndice A) que serão importantes no decorrer das atividades. Conhecer as turmas de forma geral, qualitativa, buscar motivar os(as) estudantes a partir de uma conversa inicial seguida de um vídeo introdutório<sup>10</sup> que traz uma visão geral da Astronomia e sua evolução, mais especificamente às descobertas de grande impacto do telescópio espacial Hubble. O vídeo foi apresentado após a aplicação do questionário para que as respostas não fossem influenciadas pelo conteúdo.

**Procedimentos:** A aula em ambas as turmas começou com a apresentação do professor, seguido pela apresentação da proposta enquanto estagiário do curso de mestrado e dos objetivos e estágio relativos à aplicação de um produto educacional para o Ensino de Física, o porquê da escolha do tema (inicialmente buscando não expor relações diretas com conteúdos específicos em função desta ação anteceder a aplicação do questionário, para não influenciar as futuras respostas). Em seguida os alunos e as alunas foram convidados(as) a se apresentar de forma espontânea (se quisessem dizer apenas o nome, ou quisessem complementar com informações adicionais, que se sentissem livres). Após as apresentações o professor explicou às turmas sobre a aplicação do questionário, onde foi explicado que não se tratava de uma avaliação de conteúdos ou um teste de conceitos, que não valeria nota e que não seria obrigatória a identificação por parte dos(as) estudantes. O objetivo era eles(as) escrevessem de forma livre e espontânea sobre os conceitos relacionados no questionário, buscando as relações que lhes viessem à mente,

---

<sup>10</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=NYZNTsFTZ5w&ab\\_channel=DanielMendes](https://www.youtube.com/watch?v=NYZNTsFTZ5w&ab_channel=DanielMendes)

sem buscar definir conceitos de forma literal, como visto à época em que possivelmente os estudaram. Além disso, foram orientados(as) a permanecerem na sala de aula para o seguimento das atividades.

A aplicação do questionário durou aproximadamente 30 minutos. Após a aplicação do questionário, muitos estudantes levantaram questões sobre os tópicos presentes no questionário, e sobre outros temas em Astronomia.

Alguns exemplos destas questões:

- *“Quais as informações que temos sobre a natureza planetária de Plutão? Ele não pertence mais ao sistema solar?”;*
- *“De que forma as estrelas podem evoluir?”;*
- *“A Terra vai cair em um buraco negro?”;*
- *“Quanto planetas ‘ainda’ existem?”;*
- *“Se as estrelas morrem, então os Planetas também morrem?”.*

Este ponto foi bastante importante, pois o questionário inicial acabou por despertar perguntas novas. Questões como estas são de uma abrangência consideravelmente grande e para serem trabalhadas de forma mais significativa é preciso estabelecer relações de significados de conceitos de forma mais abrangente e sequencial. Embora as respostas aos questionamentos tenham sido discutidas de forma mais simplificada inicialmente, apenas de forma conceitual e com o apoio ilustrativo de alguns exemplos que haviam sido planejados para a primeira aula, foi explicado que estaríamos, no decorrer das aulas, voltando a estes assuntos o tempo todo, a cada nova lei teoria ou conceito estaríamos refletindo sobre questões maiores (como estas).

O primeiro momento na 131 foi bastante produtivo, pois foram destinados cinco períodos para a mesma. Isso se deu devido ao fato de que o componente curricular Ciências da Natureza E Suas Tecnologias foi integralmente destinado à disciplina de Física neste dia. Este período mais amplo de tempo oportunizou um diálogo mais abrangente sobre Física e

Astronomia. Além de desenvolver o planejamento da aula, que envolvia a apresentação do produto educacional, a aplicação do questionário, foi possível fazer uma revisão de conceitos, além de tornar possível a apresentação do *software Stellarium*<sup>11</sup>. Na ocasião não estávamos em um laboratório de informática não havia a reserva do espaço, então o *software* foi apresentado apenas por projeção. Alguns estudantes se mostraram muito entusiasmados com a visão do céu noturno a partir o *software*. Foi explicado aos estudantes que se tratava de um simulador e que para que pudéssemos observar o céu noturno, precisaríamos avançar o horário para além das 19 h do mesmo dia. Além disso, foram discutidas questões referentes à luminosidade local, que o *software* projetava os astros que estavam presentes no catálogo, sem levar em consideração algumas condições locais, como luminosidade e situação climática.

Ao serem indagados sobre o que se estudava em Astronomia, surgiram questões mais específicas:

Algumas relacionadas ao movimento relativo entre a Terra, o Sol e a Lua, outras mais específicas sobre astros individuais:

- “estuda as coisas que observamos no céu à noite”;
- “estuda os planetas”, “estuda o interior do sol”,
- “estuda a Lua e os cometas”

Na turma 211, a primeira aula foi bastante diferente da turma 131, embora igualmente rica em participação dos estudantes e no que se refere a abrangência das discussões. Estavam presentes apenas 8 estudantes, isso teve impacto no aprofundamento de algumas questões, alguns alunos e algumas alunas mostraram-se muito interessados em Astronomia, quatro dos(as) estudantes já haviam assistido ou estavam assistindo a série Cosmos e citaram capítulos sobre formação estelar, buracos negros e formação de

---

<sup>11</sup> Algumas imagens exploradas na aula seguem a baixo.

sistemas solares. Ao serem indagados sobre a relação da Física com a Astronomia, algumas respostas que surgiram foram:

- “a Física e a Astronomia estudam coisas diferentes, a Física se importa com as coisas que acontecem na terra e a Astronomia se preocupa com as coisas do espaço”.
- “Algumas ideias da Física são usadas na Astronomia, por exemplo: a gravidade de Júpiter é maior que a gravidade da Terra”;

Todas as questões que surgiram nestes primeiros encontros foram utilizadas para planejar as aulas seguintes.

**Recursos utilizados:** Material impresso (questionários) para ser entregue aos alunos. Projetor e computador (opcional), equipamentos de projeção de áudio. Material para escrita no quadro

### Software *Stellarium*

O *Stellarium* é um simulador do céu noturno e diurno que apresenta uma grande diversidade de funções, podendo ser utilizado com diversos fins, para entretenimento, para planejamento de atividades de observação, para estudo dos astros, para investigação de dados astronômicos de alguns corpos, e uma série de outras funções. Na aula inicial, foi utilizado para despertar o interesse dos(as) estudantes.



Figura 01: adaptado do site do projeto Stellarium. Fonte: <https://stellarium.org/pt/>

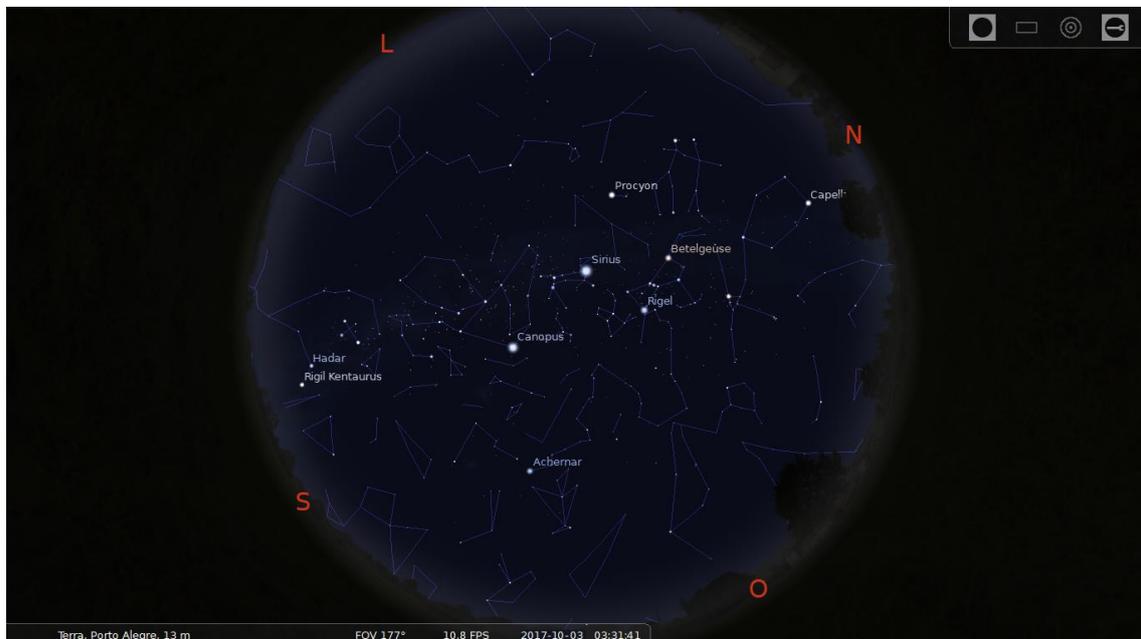


Figura 02: Adaptado do software em funcionamento. Nesta imagem observa-se uma visão geral do céu noturno. As linhas representam os desenhos das configurações das constelações conforme catálogo da UAI (União Astronômica Internacional. Fonte: autor.

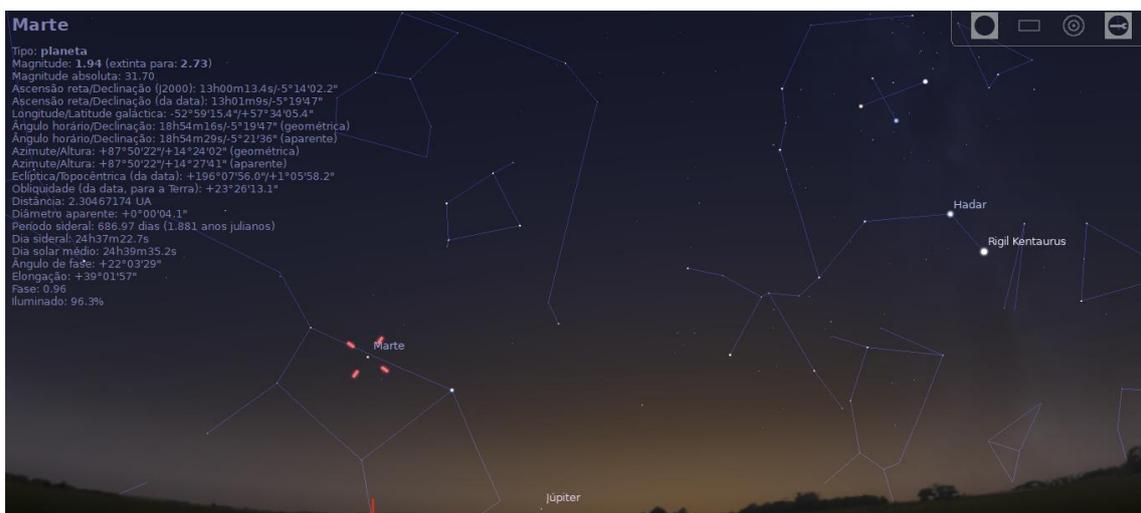


Figura 03: Adaptado do software em uso. A imagem mostra, entre os pontos vermelhos, o planeta Marte e no canto superior esquerdo, alguns dados sobre o planeta. Observa-se, também, que marte se encontrava naquela posição pouco antes do amanhecer. Fonte: autor.

Estas duas imagens mostram alguns dos possíveis usos do *software*. Na ocasião da aula, buscou-se estabelecer a relação com a variação da posição dos astros devido ao movimento de rotação da Terra. A imagem 02 mostra o céu noturno entre as 3 h e as 4 h da manhã e a figura 03 mostra o céu pouco antes do amanhecer, quando ainda é possível observar estrelas no céu, o mostrando os planetas Marte e Júpiter naquele momento. É possível utilizar o *software* para introduzir os conceitos de movimento relativo e movimento orbital.

### 3.2. Aula 2

**Conteúdo:** Primeira Lei de Newton; Unidades de Distância; Massa Inercial e Massa Gravitacional; Tópico de Astronomia Relacionados: Formação do Sistema Solar

**Objetivos de ensino:** Definir o conceito de Força; Descrever o conceito de Inércia; Enunciar a primeira Lei de Newton, falar sobre massa Inercial e massa Gravitacional. Definir ordens de grandeza e escalas de distância a partir da utilização do aplicativo *The Scal os Universe*<sup>12</sup>. Destacar as distâncias entre os corpos do sistema solar; Observar, através de um simulador *Solar System Scope* o funcionamento do sistema solar. Diferenciar os astros visíveis com base na sua dinâmica e composição química.

**Procedimentos:** Inicialmente será feita uma breve apresentação do conteúdo a ser desenvolvido. Como problematização inicial foi apresentado um vídeo sobre formação do sistema e distribuição dos corpos que o compõe. A partir da apresentação do vídeo devem ser feitos alguns comentários acerca dos aspectos físicos envolvidos e os conceitos de massa e força gravitacional deverão ser apresentados.

**Recursos:** Preferencialmente deve-se trabalhar em laboratório de informática com computadores onde os alunos possam trabalhar individualmente ou em pequenos grupos. Projetor e computador.

#### **Relato da aula**

A segunda aula foi pensada em função de algumas observações feitas a partir da apreciação das respostas ao questionário. Muitas respostas demonstravam que os conceitos de peso e massa não estavam muito bem definidos, sendo utilizados como equivalentes por muitos(as) estudantes. Boa parte dos(as) estudantes não demonstrou estabelecer relações de sentido entre os conteúdos da Física e da Astronomia. Embora isso não seja muito incomum, devido ao fato de que, os(as) estudantes que já haviam estudado

---

<sup>12</sup> Aplicativo disponível no link: <http://scaleofuniverse.com/>

(em sala de aula) algo relacionado a Astronomia, o fizeram no ensino fundamental, quando não possuíam noções de Física, e quando passaram a estudar Física no Ensino Médio, talvez não tenham buscado estabelecer a relação da Física com outras áreas da ciência, e que os conceitos de peso e massa são comumente utilizados de forma análoga no dia-a-dia, esta aula teve como um de seus objetivos estabelecer a diferenciação destes conceitos e o estabelecimento de vínculos conceituais entre eles e aspectos apresentados no vídeo e no decorrer da aula.

Foram discutidas questões relativas ao período de formação do sistema solar e neste contexto trabalhamos os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico, e então discutimos o modelo Nebular de Formação do sistema solar, o conceito de massa foi bastante utilizado e foi possível discutir Massa Inercial, Massa Gravitacional, o Princípio da Equivalência entre massas. A lei de gravitação Universal teve que ser discutida, mesmo que conceitualmente, pois ao falar de forças e explicar o desenvolvimento da simulação apresentada no vídeo, foi necessário vincular o conceito de força gravitacional e sua relação com as massas interagentes. A partir dessa discussão inicial sobre forças, passamos a explicação dos conteúdos iniciais de dinâmica. Dessa forma discutiu-se mais detalhadamente a primeira Lei de Newton. O aplicativo *The Scal of Universe*<sup>13</sup> foi mostrado para dar noção de escalas de distâncias e dos grandes saltos que ocorreram nas concepções científicas sobre a estrutura geral do Universo. O aplicativo possibilita analisar/comparar distâncias desde comprimento de Planck até distâncias muito grandes como os limites do Universo observável. Além disso, o aplicativo *Solar System Scope* foi escolhido para visualizar parte da estrutura geral do sistema solar. Assim foi possível estabelecer a importância dos usos de diferentes instrumentos óticos para as mudanças de modelos de mundo que estudamos na aula.

A tarefa de resolução de problemas dada consta no anexo referente ao produto educacional (página 64) deste texto.

---

<sup>13</sup> Aplicativo muito interessante que apresenta o Universo em escala (desde o extremamente pequeno, comprimento de Planck que corresponde a  $10^{-35}$  m, até o extremamente grande, que corresponde à máxima distância observável,  $10^{27}$  m). Disponível no link: <http://scaleofuniverse.com/>

### 3.3 Aula 3

**Conteúdo:** Segunda Lei de Newton; Noções de escala de distâncias;

**Tópico de Astronomia Relacionado:** Características do Sistema Solar; Unidade Astronômica;

**Objetivos de ensino:** Estabelecer a relação entre os conceitos de Força, Massa e Aceleração e enunciar a Segunda Lei de Newton em sua forma conceitual e, em seguida, sua expressão matemática.

Reconhecer qualitativamente a relação entre a segunda Lei de Newton e características de formação do sistema solar.

Trabalhar colaborativamente na solução de problemas.

**Procedimentos:** Breve recapitulação dos conceitos desenvolvidos na aula anterior. Após este momento inicial deve-se estabelecer que o que foi visto e discutido sobre a primeira Lei de Newton era válido para determinadas situações, aquelas onde não se observa variações no módulo da velocidade do objeto, ou do sistema em questão. Para dar início ao estudo dos conteúdos previstos para esta aula, será apresentado o vídeo de lançamento do ônibus espacial Discovery<sup>14</sup>, a partir deste vídeo é possível discutir aspectos relacionados à primeira e segunda leis de Newton. Vale ressaltar que o foguete constitui um sistema de massa variável, que ocorre a queima de uma quantidade muito significativa de combustível durante a subida e que a massa do sistema diminui. Isso também ocorre com automóveis convencionais, e com o próprio ser humano, porém a taxas de variação muito menores.

Depois de analisar o vídeo e possível estabelecer relações entre a massa e a aceleração e assim definir a segunda Lei de Newton.

**Recursos:** Laboratório de informática com computadores onde os alunos possam trabalhar individualmente ou em pequenos grupos.

Projektor e computador.

---

<sup>14</sup> Disponível no youtube: [https://www.youtube.com/watch?v=Vfp1bzJlQUw&t=43s&ab\\_channel=DanteMoraes](https://www.youtube.com/watch?v=Vfp1bzJlQUw&t=43s&ab_channel=DanteMoraes)

**Avaliação:** Os(as) estudantes receberão listas de exercício para fixação de conceitos e discussão em aula.

### **Relato da aula**

A terceira aula foi sobre características gerais do sistema solar, corpos maiores e menores do sistema, distribuição de massa, distâncias entre planetas, aplicações dos conceitos de massa, centro de massa, peso, gravidade e a segunda Lei de Newton no contexto da Astronomia. Nesse contexto foi possível explorar, novamente de forma qualitativa a equação de força para a gravitação universal.

Durante a demonstração do vídeo foram destacadas algumas questões importantes, como: o que acontece quando os motores são ligados, qual o papel dos propulsores, quais as alterações no estado de movimento do sistema, quais fatores que contribuem para tais alterações, destacar o parâmetro massa, instigar os(as) estudantes a contribuir de modo que eles(as) apontem para o fato da velocidade estar mudando, o fato dos propulsores exercerem força (a relação entre sentido e direção); destacar que o sistema em estudo é um sistema de massa variável e verificar quais as implicações desse fato sobre o movimento. Foi possível apresentar a segunda Lei de Newton e a sua relação com detalhes específicos de características de formação do sistema. Observar a relação, também com a Lei de Atração gravitacional, estudada anteriormente. o fato dos planetas mais próximos do Sol são essencialmente constituídos por materiais mais densos e com pontos de fusão mais altos (silicatos, ferro e níquel), enquanto os mais afastados são ricos em elementos gasosos (hidrogénio e hélio) esta constatação é coerente com a ideia de que terá havido maior condensação de elementos pouco voláteis em regiões com temperaturas elevadas mais próximas do Sol, e aí mantidas pela atração gravitacional, e de elementos muito voláteis em regiões mais afastadas, mais frias e de menor interação gravitacional com o Sol.

Durante a aula foi realizada a entrega das listas 1 e 2 (em anexo, páginas 70 e 72) de exercícios contendo questões relacionadas aos conteúdos trabalhados. Na discussão dos exercícios percebeu-se que boa parte dos

estudantes haviam se apropriado relativamente bem dos conceitos e da relação entre peso e gravidade, bem como a diferenciação entre peso e massa.

O aplicativo *Solar System Scope* foi utilizado novamente para que os estudantes pudessem visualizar de forma mais rica a relação entre distâncias entre corpos do sistema solar.

Como tarefa de casa<sup>15</sup>, os estudantes foram orientados(as) a realizar uma pesquisa sobre alguns corpos menos do sistema solar, tais como meteoritos, meteoros, cometas.

---

<sup>15</sup> Esta tarefa não foi entregue impressa, a fazia parte de um slide apresentado em aula e os(as) estudantes foram orientados(as) a tomar nota por escrito das instruções da atividade.

### 3.4 Aula 4

**Conteúdo:** Terceira Lei de Newton;

**Tópico de Astronomia Relacionado:** Sistema T-S-L (Terra-Sol-Lua)

**Objetivos de ensino:** Definir os conceitos de Ação e Reação, Enunciar a terceira Lei de Newton, falar sobre forças de interação a distância. Observar, através de um simulador da Universidade de Nebraska<sup>16</sup> o funcionamento do sistema. Diferenciar os movimentos relativos e iniciar discussão sobre causas dos eclipses e fases lunares.

**Procedimentos:** Inicialmente será feita uma breve recapitulação sobre os conteúdos abordados desde o início das aulas, buscando estabelecer a relação de conceitos e a forma como eles foram “evoluindo”, revisar a primeira e a segunda leis de Newton, definir os conceitos de ação e reação e enunciar a terceira lei. Assistir novamente o vídeo do lançamento do ônibus espacial (apenas o recorte que mostra o lançamento) e diferenciar as forças de ação e reação envolvidas. Questionar os(as) estudantes sobre outros exemplos de pares ação e reação observados no dia a dia. Após este primeiro momento, passar a analisar as forças envolvidas nas interações entre o sistema Terra-Sol-Lua. Apresentar o vídeo que mostra o movimento helicoidal do sistema solar.<sup>17</sup> Serão analisados os pares ação e reação para diferentes sistemas. A partir destas noções iremos desenvolver as relações entre as forças envolvidas no sistema T-S-L a fenômenos observáveis na Terra, como as marés oceânicas.

**Recursos:** Laboratório de informática com computadores onde os alunos possam trabalhar individualmente ou em pequenos grupos. Projetor e computador.

**Relato da aula:**

---

<sup>16</sup> Disponível em: <http://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>

<sup>17</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Gy4mzB8aPfe&ab\\_channel=ScoopVideos](https://www.youtube.com/watch?v=Gy4mzB8aPfe&ab_channel=ScoopVideos)

Na quarta aula, estudamos o sistema composto pela Terra, pelo Sol e pela Lua. Destinada mais especificamente ao estudo da terceira Lei de Newton, foi possível estabelecer e discutir fenômenos relativos a esta lei de força, às marés oceânicas, ao movimento orbital de satélites, planetas, sóis, galáxias, etc.

Esta aula foi a que apresentou mais dificuldades de compreensão relativa ao entendimento de conceitos, principalmente quando se discutiu as questões relativas às forças de maré<sup>18</sup>. O apoio das mídias digitais<sup>19</sup> foi imprescindível para a sua realização. Ao final, foi feita uma revisão, tentando conectar todos os conteúdos, reforçando que existem interações onde ocorrem contato e interações que não necessitam contato (interações à distância).



Figura 04: Adaptado a partir do aplicativo utilizado para explicação do fenômeno das marés.  
Fonte: Autor

Embora as turmas tenham se mostrado participativas e motivadas, a parte matemática utilizada para descrever alguns aspectos da matéria acabaram tomando bastante tempo. Embora não tenhamos desenvolvido cálculos específicos, a simples utilização de alguns parâmetros angulares para explicar as posições relativas dos astros acabava gerando dificuldade de entendimento por muitos estudantes.

---

<sup>18</sup> A maior parte do material apresentado em forma de slides foi adaptada do hipertexto disponível no endereço: <http://astro.if.ufrgs.br/fordif/node3.htm>

<sup>19</sup> Simulador de marés oceânicas, disponível em: <http://astro.unl.edu/classaction/animations/lunarcycles/tidesim.html>

### 3.5 Aula 5

**Conteúdo:** Constelações

Apresentação da proposta e motivação.

Estrelas, Constelações, Sistema Solar, Planetas, Luas, Satélites (artificiais),

**Objetivos de ensino:** Observar, através de um simulador (*Stelarium*) a visão do céu noturno. Identificar estrelas e constelações conhecidas.

**Procedimentos:** Inicialmente será feita uma breve apresentação do conteúdo. Deve ser feita uma breve problematização para despertar o interesse dos alunos. O professor pode mostrar imagens de constelações, estrelas, planetas e outros astros para despertar o interesse.

Na sequência pode-se fazer uma explanação dialogada retratando a importância que a observação do céu teve sobre as civilizações mais antigas e de que forma nosso cotidiano ainda sobre influência destas visões.

Pode-se ainda as relações afro-indígenas<sup>20</sup>. Pode-se, ainda, estabelecer-se um paralelo com as constelações tradicionais (as 88 constelações reconhecidas pela União Astronômica Internacional - UAI).

Exploração do *software Stelarium*.

**Recursos:** Laboratório de informática com computadores onde os alunos possam trabalhar individualmente ou em pequenos grupos. Projetor e computador.

Esta aula não ocorreu devido a necessidades relativas ao calendário acadêmico.

---

<sup>20</sup> Texto sugerido (publicação da sciam) disponível em:  
[http://www.mat.uc.pt/mpt2013/files/brasil\\_outros\\_GA.pdf](http://www.mat.uc.pt/mpt2013/files/brasil_outros_GA.pdf)

### 3.6 Aula 6

**Conteúdo:** Movimento Circular;

Tópicos de Astronomia relacionados: Estações do Ano; Eclipses; Fases da Lua;

**Objetivos de ensino:** Compreender as Leis da Gravitação e suas aplicações;

Definir conceitos de Velocidade de Escape, Órbita, Movimentos Periódicos.

Trabalhar de forma colaborativa na resolução de problemas.

**Procedimentos:** Recapitulação dos conceitos desenvolvidos na aula anterior.

Discussão dos tópicos relacionados ao movimento de satélites naturais e artificiais.

#### **Relato da aula**

A quinta aula foi sobre conceitos relacionados ao movimento circular, tendo como tema motivador os movimentos orbitais de planetas e luas, movimentos relativos, eclipses, estações do ano e fenômenos relacionados. Foi feito uso de aplicativo da universidade de Nebraska, para visualização e problematização; além disso foram utilizados vídeos e imagens ilustrativas. Foram discutidos conceitos de frequência, período, velocidade angular e foi feita uma introdução às Leis de Kepler. Nesta aula foi dada a primeira atividade avaliativa, que era composta de alguns exercícios de fixação (páginas 80 e 81).

Para esta aula foi escolhido o aplicativo *Lunar Phase Simulator*<sup>21</sup> e *Seasons and Ecliptic Simulator*<sup>22</sup>. Ambos os aplicativos são disponibilizados de forma gratuita e possuem funções muito interessantes no que se refere a possibilidades de interação e animação, o que torna a visualização de fenômenos mais fácil, favorecendo assim uma melhor compreensão dos fenômenos em estudo.

---

<sup>21</sup> Disponível de forma gratuita em: <http://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>

<sup>22</sup> Simulador de estações do ano, disponível em:

<http://astro.unl.edu/classaction/animations/coordsmotion/eclipticsimulator.html>

### 3.7 Aula 7

**Conteúdo:** Leis de Kepler; Movimento de Satélites;

Tópicos de Astronomia relacionados: Estações do Ano; Eclipses; Fases da Lua; Movimento de satélites;

**Objetivos de ensino:** Enunciar as Leis de Kepler de forma qualitativa e exemplificar quanto às suas aplicações; Analisar as equações relativas às três Leis de Kepler; Relacionar as equações ao movimento de satélites. Definir conceitos de Velocidade de Escape, Órbita, Movimentos Periódicos. Trabalhar de forma colaborativa na resolução de problemas.

**Procedimentos:** Recapitulação dos conceitos desenvolvidos na aula anterior.

Discussão dos tópicos relacionados ao movimento de satélites naturais e artificiais. Entrega de lista de problemas e material impresso de apoio; Discussão sobre notícias recentes sobre conteúdos de Astronomia.

#### **Relato da aula:**

Devido a questões institucionais, estruturais e de acesso a laboratórios, a aula sobre constelações acabou sendo adiada. No lugar, foi dada uma aula adicional sobre gravitação universal. Os tópicos sobre gravitação e Leis de Kepler já haviam sido abordados nas demais aulas, sendo conectados de certa forma nas explicações e problematizações. Em virtude da alteração do cronograma inicial, esta sexta aula foi inserida de modo a fazer um estudo mais completo sobre os conteúdos trabalhados anteriormente.

A aula 6 foi destinada, então, à gravitação Universal, Leis de Kepler e movimento de Satélites. Além do material que foi entregue impresso (páginas 84 a 88), foi elaborada a terceira atividade, composta basicamente por questões de vestibulares e em livros de Ensino Médio, já que esta é a parte da Astronomia mais explorada nos livros didáticos (páginas 89 e 90). Nas aulas anteriores, havia sido discutido algumas questões referentes a notícias em Astronomia, como a detecção de objetos celestes nas proximidades da órbita da Terra. Foi então, selecionada uma destas notícias para a leitura e discussão.

Foram pensadas, a partir deste texto, duas propostas de atividades a serem desenvolvidas pelos(as) estudantes (página 92).

A notícia<sup>23</sup> em questão pode ser acessada pela internet e foi disponibilizada na plataforma *Google Classroom* aos estudantes e às estudantes.

---

<sup>23</sup> Disponível no link: [https://brasil.elpais.com/brasil/2017/11/22/ciencia/1511369926\\_714706.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2017/11/22/ciencia/1511369926_714706.html)

## FERRAMENTAS DE COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES

As aulas com ambas as turmas ocorriam apenas uma vez na semana, com um período extra no contra turno destinado ao atendimento de estudantes (período no qual não se pode trabalhar conteúdos novos). Dessa forma foi necessária a utilização de recursos que viabilizassem o compartilhamento de informações, atividades, notícias, materiais didáticos, etc. Para facilitar o acesso aos matérias foi criado um ambiente virtual na plataforma *Moodle* e outro espaço no *Google Classroom*.

### **MOODLE - Minha Escola Virtual de aula virtual<sup>24</sup>.**

Uma vez que os conteúdos trabalhados não encontram-se facilmente em livros didáticos, foi criado um ambiente virtual na plataforma *Moodle* visando o compartilhamento destes materiais durante o período de realização do estágio. Para ter acesso é necessário solicitar o espaço. O cadastro pode ser feito através do *site* Minha Escola Virtual. Após realizar cadastro, o professor ganha acesso (isso leva aproximadamente 15 dias, então deve ser pensado antes do início das atividades) ao espaço, podendo então iniciar o planejamento e a estruturação da disciplina ou curso no ambiente virtual. A plataforma disponibiliza uma chave de acesso que pode ser socializada com os interessados. Esta ferramenta é bastante interessante e constitui uma ferramenta muito poderosa de planejamento, organização, sistematização e compartilhamento de materiais diversos.

Infelizmente, a plataforma não teve muita adesão por parte dos(as) estudantes, possivelmente devido ao esforço necessário para acessá-la, isso acabou levando à busca de outras estratégias e ferramentas, pois devido à dinâmica relativa a rotina escolar que pode envolver alterações no cronograma, ausência de estudantes, a necessidade de materiais complementares ou de meios de realizar entregas de atividades, entre outros, não seria prudente contar unicamente com os períodos de aula para organizar as atividades.

---

<sup>24</sup> Disponível para acesso gratuito em: <http://minhaescolavirtual.com.br/>

## Física - Turma A

Painel ▶ Meus cursos ▶ FIS-TA

Sejam bem-vindos(as) estudantes!

Em nossas aulas, estaremos discutindo conceitos de física e astronomia. Mais especificamente, desenvolveremos os conceitos de forma integrada, buscando estabelecer a inter-relação entre estas duas áreas do conhecimento. Esta proposta surgiu como tema de produto educacional no âmbito do **Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física**.

Estão previstos nove encontros presenciais, onde serão trabalhados os conteúdos e realizadas as atividades de avaliação.

Este espaço é destinado ao registro das nossas atividades, disponibilização de recursos que possam contribuir para as nossas discussões e para seus estudos.



Figura 05: Adaptado a partir da tela do da plataforma *Moodle*.

## GOOGLE CLASSROOM<sup>25</sup>

O *google classroom* é uma ferramenta gratuita oferecida pela *Google*. O recurso pode ser utilizado com objetivos bem próximos da plataforma virtual citada anteriormente, porém com recursos mais escassos e limitados. Uma vantagem no uso desta ferramenta é a objetividade e facilidade de acesso.

Embora a utilização deste recurso não estivesse prevista, acabou se mostrando mais eficiente do que a ferramenta anterior, possivelmente devido ao fácil acesso e às notificações de postagem enviadas ao endereço de e-mail dos estudantes. A utilização deste sistema foi bastante importante e possibilitou o compartilhamento de materiais e a organização de estudos dos(as) alunos(as), pois a maior parte dos materiais trabalhados em sala de aula foram postados nesta plataforma.

---

<sup>25</sup> Pode ser acessado diretamente no menu de extensões para usuários *google*, ou acessado em: <https://classroom.google.com>

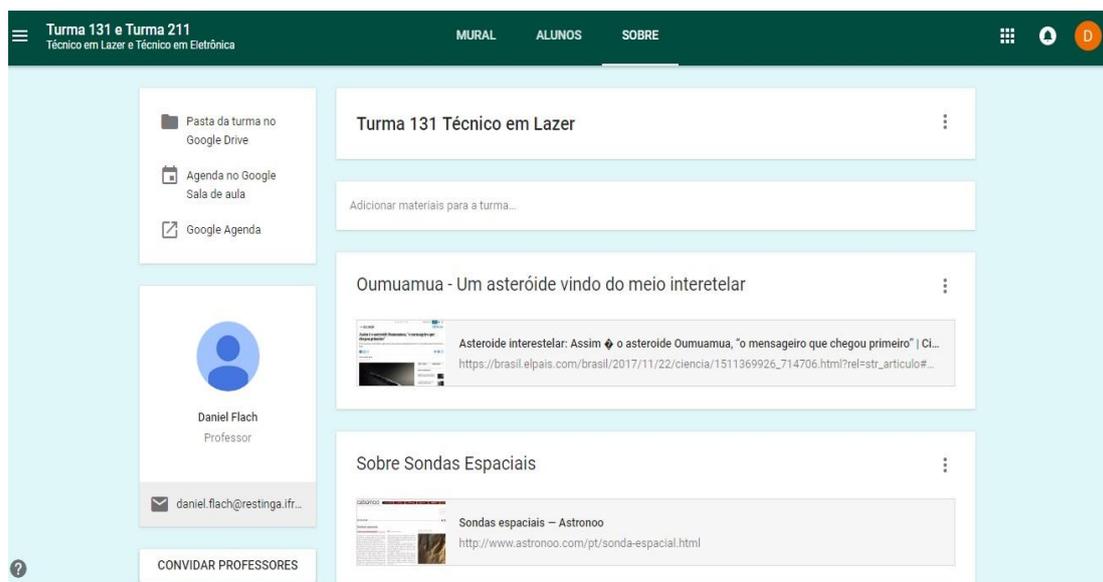


Figura 06: Adaptado a partir da tela do aplicativo Google Classroom mostrando parte do material compartilhado com as turmas 131 e 211.

Uma das vantagens do uso desta plataforma é a rapidez com relação ao início da utilização, pois não depende de autorização, ou cadastros e liberação de acesso.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As atividades relativas ao estágio foram realizadas no período de 02 de outubro a 11 de dezembro de 2017, nas turmas 131 e 211 do EMI do campus restinga do IFRS, com vistas na aplicação do produto educacional a ser apresentado ao programa de mestrado nacional profissional em Ensino de Física MNPEF - Campus Litoral Norte.

Inicialmente, observou-se uma diferença muito grande quanto a níveis de compreensão das turmas, principalmente no que toca os conteúdos que envolviam matemática, como mencionado anteriormente. A turma 131 é uma turma de primeiro ano do Ensino Médio do curso técnico em lazer integrado ao Ensino Médio, ao passo que a turma 211 é uma turma de segundo ano do curso técnico em eletrônica integrado ao Ensino Médio. Por se tratarem de turmas bastante distintas no que representa conteúdos desenvolvidos ao longo da trajetória escolar no Ensino Médio, as aulas tiveram que levar em conta alguns aspectos específicos, como, por exemplo, o desenvolvimento de problemas envolvendo cálculos. Foi necessário trabalhar de forma mais conceitual com ambas as turmas, pois, se tornaria inviável trabalhar com duas propostas distintas dado o curto período de tempo que durou o estágio. Esta variável não foi levada em consideração no planejamento inicial (anterior ao início das atividades), pelo fato de ainda não ter definidas as turmas de trabalho à época da entrega do projeto preliminar (a entrega do projeto contendo o produto educacional é pré-requisito para a matrícula no estágio). Sendo assim, o projeto previa o desenvolvimento de conteúdos de Física e Astronomia voltados à organização curricular do primeiro ano do Ensino Médio, onde é trabalhado conteúdo de Mecânica. Embora ambas as turmas tenham o conteúdo de Física correspondente a Mecânica em suas etapas escolares, é de se levar em consideração que uma delas é uma turma de segundo ano, e portanto possui uma bagagem maior no que se refere a conteúdos de Física (alguns conceitos de Física são discutidos nas disciplinas da área técnica em eletrônica) e matemática e a outra turma é uma turma de primeiro ano, não possuindo, então, contato com alguns elementos destas disciplinas. A diferença no número de alunos(as) das turmas também foi um fator relevante nas abordagens

didáticas, embora igualmente participativas, o número maior de alunos da turma 131 tornou o desenvolvimento de alguns assuntos mais lento, sendo necessário mais encontros para atingir alguns objetivos de aprendizagem. Equilibrar a balança no que se refere a abordagem dos conteúdos entre turmas tão diferentes foi bastante desafiador e demandou muito cuidado na elaboração de atividades.

Com relação aos conteúdos desenvolvidos vale ressaltar que, embora hajam muito trabalhos muito bons relativos à inserção de conteúdos de Astronomia no Ensino Médio, e que a Astronomia seja um tema de interesse bastante evidente, mostrando-se instigante e desafiador estudá-la, é importante destacar que estabelecer um paralelo entre o que se sabe sobre Física e o que se quer ensinar de Astronomia é um tanto quando complicado. A grande maioria dos materiais utilizados para consulta e planejamento das aulas utiliza-se de linguagem mais formal, acadêmica, onde muitas vezes são utilizados métodos matemáticos que os(as) alunos(as) do Ensino Médio não desenvolveram ainda.

O fato do estágio ter iniciado ao longo do terceiro trimestre, quando os(as) estudantes já haviam estudado Física e estabelecido suas primeiras relações entre os conteúdos desenvolvidos e o mundo que os(as) cerca também foi um fator importante no desenvolvimento da sequência de aulas. Penso que se a sequência de aulas fosse desenvolvida a partir do primeiro trimestre, onde se dá o primeiro contato com a disciplina de Física, o desenvolvimento seria bastante diferente. Muitas vezes a pergunta “isso é Física ou é Astronomia” ou “na prova vai ter mais questões de Física ou de Astronomia” chamava a atenção para o ato de que por mais que os(as) estudantes estivessem se mostrando participativos e atentos, curiosos, questionadores, em algumas situações parecia ocorrer um desacoplamento da proposta e aparentemente os(as) estudantes buscavam respostas em uma ou outra área, o que não era a ideia, pois se tentou apresentar a relação de interlocução, convergência e integração destas áreas. Possivelmente essa relação seria mais clara para eles(as) se os conteúdos fossem trabalhados dessa forma desde o início do ano letivo.

Agora, fica o desafio de utilizar o planejamento em outras ocasiões divulga-lo e aperfeiçoá-lo. Espero com isso ter contribuído de forma significativa para a aprendizagem dos(as) estudantes e para o processo e transposição didática de outros professores e professoras de Física.

## **REFERÊNCIAS**

ARAUJO, I.S. **A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, 2007. Texto adaptado de: Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliáveis no Ensino de Física Geral.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BORGES, A.T., **Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências**, Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCN+.** Brasília, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 22 de outubro de 2018.

BRASIL. MEC/SEF (**Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais (Educação Fundamental)**) – PCN. Brasília, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2018.

HEWITT, P. G., **Física Conceitual**, 11 ed., Porto Alegre: Bookman, 2011.

IACHEL, G. **O Conhecimento Prévio de Alunos do Ensino Sobre as Estrelas.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 12, p. 7-29, 2011

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia: repensando Formação de professores.** São Paulo: Escrituras, 2012. (Educação para a ciência, v.11).

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto **Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 14, N° 3, 2014

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. **Visões Epistemológicas Contemporâneas. Formação de professores em Física – EAD.** Editora da Universidade Estadual de Maringá – 2012.

MOREIA, M. A., **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.** 1.ed. Porto Alegre, 2009

MOREIRA, M.A. (2006a). **Mapas conceituais e diagramas V.** Porto Alegre: Ed. do Autor. 103 p.

MOREIRA, M.A. (2006b). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília. 185p.

MOREIRA, M.A. (2011). **Teorias de aprendizagem.** 2ª ed. ampl. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 242p.

MOURÃO, R. R. F., **O Livro de Ouro do Universo.** 2ª ed., Rio de Janeiro, Editora Harper Collins Brasil – 2016.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. **Astronomia e Astrofísica.** 2º Edição, São Paulo: Editora Livraria da Física 2004.

PARO, V. H., **Educação como exercício do poder - crítica ao senso comum em educação.** Editora Cortez - São Paulo, 2008.

SANTANA, B., ROSSINO, C., PRETTO, N. L., **Recursos Computacionais Abertos – Práticas Colaborativas e Políticas Públicas,** 1.ed. São Paulo, 2012

WEINBERG, STEVEN – **Os Três Primeiros Minutos, Uma Análise Moderna da Origem do Universo.** Editora Gradiva – Lisboa, 1987

## APÊNDICE A

### Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus Restinga

Nome:

Data:

#### Questionário sobre conhecimento em Astronomia e Física

1. Você gosta de Física? Por que?
2. Se sua resposta para a pergunta anterior foi não, de que maneira essa situação poderia mudar?
3. O que a Física estuda?
4. Você já estudou algum tema relacionado a Astronomia?
5. O que a Astronomia estuda?
6. Na sua opinião, a Física e a Astronomia estão relacionadas de alguma forma?
7. Em uma escala de zero à dez, sendo zero a mínima e dez a máxima relação, que valor você atribui à relação da Física e da Astronomia com os seguintes temas:

Conceito	Física	Astronomia	Conceito	Física	Astronomia
Química			Estrelas		
Biologia			Sistema Solar		
Geografia			Galáxias		

Planetas			Ciências		
Horóscopo			Planeta Terra		
Estações do Ano			A Vida na Terra		
Matemática			Elementos Químicos		

8. Escreva o que você entende pelos termos (no contexto da Física):

Referencial:

Movimento:

Repouso:

Aceleração:

Massa:

Força:

Campo Gravitacional:

9. Qual é a causa das estações do ano (primavera, verão, outono e inverno)?

10. Qual é a causa das Fases da Lua?

11. O que é o Sistema Solar?
12. Cite o nome de alguns astros do Sistema Solar que você conhece.
13. O que é o Sol?
14. O que é uma constelação?
15. O que é uma galáxia?
16. O que é um Buraco Negro?

## APÊNCICE B- PRODUTO EDUCACIONAL



**MNPEF** Mestrado Nacional  
Profissional em  
Ensino de Física



## TÓPICOS EM ASTRONOMIA NO PRIMEIRO ANO DO ENSINO MÉDIO

Produto educacional desenvolvido no âmbito do curso de Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física, ofertado pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul em parceria com a Sociedade Brasileira de Física.

DANIEL FLACH

Prof. Dr. Dakir Larara Machado da Silva  
Orientador

Prof. Dra. Silvana Da Dalt  
Co-orientadora

Tramandaí  
Agosto de 2018

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	60
2. PLANEJAMENTO DAS AULAS .....	63
2.1 Aula 1.....	64
Sugestão de Atividade .....	69
2.2 Aula 2.....	70
Sugestão de Atividade .....	75
2.3 Aula 3.....	82
Sugestão de Atividade .....	85
2.4 Aula 4.....	88
Sugestão de Atividade .....	93
Lista de exercícios .....	94
REFERENCIAS .....	99
APÊNDICE A – Gabaritos das listas de exercícios.....	101
ANEXO A – <i>Notícia publicada na página do jornal EL PAÍS (28/11/2017)</i> .	113

## 1. INTRODUÇÃO

O objetivo central desta proposta é estabelecer um diálogo entre Física, Astronomia, Astrofísica e algumas noções de Cosmologia com estudantes de Ensino Médio, e, dessa forma tornar o desenvolvimento de conceitos mais instigante. Por ser a Astronomia uma área da ciência que desperta muito interesse nos estudantes e por viabilizar a interação com outras áreas do conhecimento de forma mais evidente, quando permite relacionar composição de astros como a Terra, a origem e continuidade da vida à conceitos desenvolvidos ela Física. A aplicação deste produto deverá ser feita com apoio de alguns *softwares*, aplicativos, vídeos e textos educacionais voltados ao Ensino de Astronomia. Possibilitando que outros professores possam abordar conceitos da Física de forma contextualizada e interdisciplinar.

A Astronomia desperta muito interesse em estudantes de Ensino Médio em geral. É também, uma das áreas do conhecimento que mais se destaca no cinema, em filmes e séries de ficção e/ou divulgação científica. Podemos perceber o quão abrangente é a linha de ação da disciplina de Astronomia quando somos confrontados por nossos(as) alunos(as) com questões como: O que são as estrelas? Como elas se formam e por que brilham? Existe vida fora da Terra? Do que é feito o Sol? Por que a Lua tem fases? Como ocorrem as estações do ano? Se prestarmos atenção nestas questões, é possível observar o caráter interdisciplinar dos temas envolvidos e é possível estabelecer um diálogo com a Biologia, a Química, a Geografia e, claro, a Física de forma bastante clara ao responder estas questões.

Há tempos que ensinar Física vem sendo um desafio cada vez maior. Esse desafio passa por questões estruturais, em virtude da baixa carga horária em algumas instituições, o que inviabiliza o trabalho de qualidade por parte dos(as) professores(as) da disciplina, também passa por questões curriculares, uma vez que apresenta-se em alguns instantes distante de situações que sejam próximas à vivências dos(as) estudantes e outros fatores que contribuem para a falta de interesse dos(as) estudantes e a limitação de ações por parte dos(as) professores da disciplina.

Apresentamos neste material uma proposta de sequência didática que possa servir de apoio ao professor e a professora para que possa auxiliar em suas abordagens em sala de aula bem como apresentar ferramentas que possam tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes.

## **FERRAMENTAS DE VIRTUAIS DE COMPARTILHAMENTO DE INFORMAÇÕES**

Muitas vezes fica complicado organizar e disponibilizar materiais impressos para os(as) estudantes, e utilizar o tempo de sala de aula para escrever no quadro muitas vezes prejudica a amplitude de conceitos e conteúdos que podemos trabalhar. Para tornar mais fácil o acesso a materiais utilizados em aula e agilizar o processo de compartilhamento de informações, atividades, notícias, materiais didáticos, etc., sugerimos a utilização de ambientes virtuais de aprendizagem, como a plataforma *Moodle* e o *Google Classroom*.

### **MOODLE** - Minha Escola Virtual de aula virtual<sup>26</sup>.

O *Moodle* é uma das mais divulgadas plataformas de ensino a distância nas universidades e em algumas escolas públicas e privadas. Se sua escola não disponibiliza espaço para a utilização da plataforma, ou não conta com o serviço de pessoas que façam o cadastro de suas disciplinas no ambiente, você, pode, mesmo assim utilizar a plataforma. Para ter acesso é necessário solicitar o espaço no site Minha Escola Virtual. O cadastro pode ser feito diretamente pelo *site*. Após realizar cadastro, o professor ganha acesso (isso leva aproximadamente 15 dias, então deve ser pensado antes do início das atividades) ao espaço, podendo então iniciar o planejamento e a estruturação da disciplina ou curso no ambiente virtual. A plataforma disponibiliza uma chave de acesso que pode ser socializada com os interessados. Esta ferramenta é bastante interessante e constitui uma

---

<sup>26</sup> Disponível para acesso gratuito em: <http://minhaescolavirtual.com.br/>

ferramenta muito poderosa de planejamento, organização, sistematização e compartilhamento de materiais diversos.



Figura 01: Imagem adaptada a partir da página inicial da plataforma Moodle – Minha Escola Virtual

Esta ferramenta poderá ajuda-lo(a) a tornar mais dinâmico o processo de troca de informações, fóruns, divulgação de atividades e informações de modo geral. Outro fator importante é que é totalmente gratuito e online.

## GOOGLE CLASSROOM<sup>27</sup>

O *google classroom* é uma ferramenta gratuita oferecida pela *Google*. O recurso pode ser utilizado com objetivos bem próximos da plataforma virtual citada anteriormente, porém com recursos mais escassos e limitados. Uma vantagem no uso desta ferramenta é a objetividade e facilidade de acesso.

Assim como a plataforma anterior, o Classroom é totalmente gratuito e possui a vantagem de não depender de liberação de acesso, sendo criado pelo(a) professor(a) e compartilhado com os(as) estudantes via cadastro de e-mail, sendo mais rápido e dinâmico.

---

<sup>27</sup> Pode ser acessado diretamente no menu de extensões para usuários *google*, ou acessado em: <https://classroom.google.com>

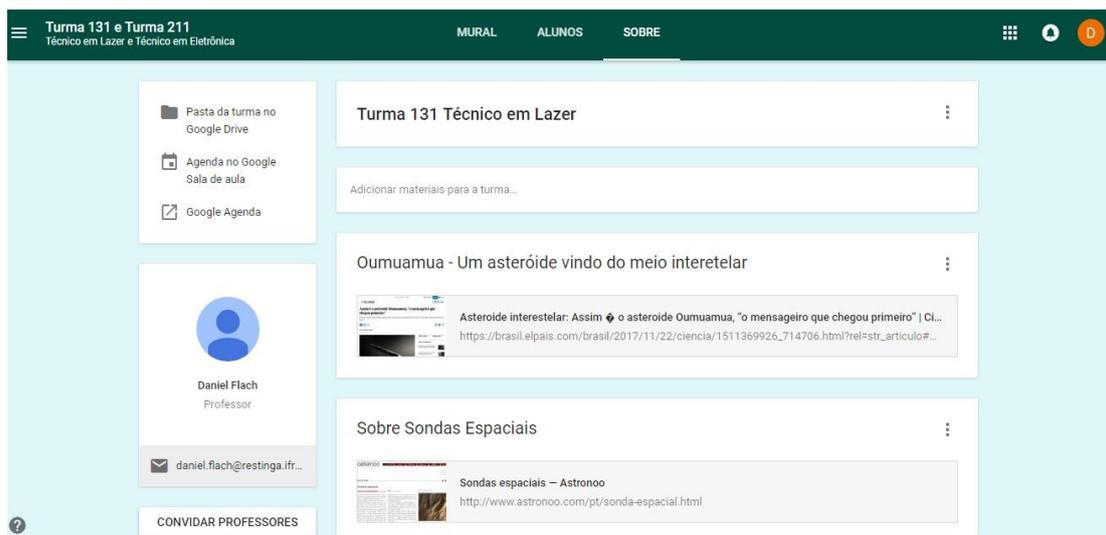


Figura 02: Adaptado da tela do aplicativo *Google Classroom* mostrando parte do material compartilhado com as turmas 131 2 211. Fonte: Autor

As plataformas podem ser utilizadas concomitantemente, nada impede que isso ocorra. O único inconveniente nisso seria a necessidade de postagem em dois ambiente, o que pode demandar tempo.

## 2. PLANEJAMENTO DAS AULAS

Os conteúdos previstos para as aulas estão de acordo com os pressupostos das matrizes curriculares dos cursos de nível médio na etapa correspondente ao primeiro ano, tendo como foco principal de estudo a Mecânica Clássica.

A sequência abaixo descrita foi pensada de forma a viabilizar maior reflexão e conexão entre os conceitos a partir da inserção de tópicos de Astronomia e Astrofísica. Os objetos de aprendizagem sugeridos foram pensados de modo a aumentar o enfoque lúdico e visual, como estratégia para despertar o interesse e facilitar a compreensão por arte dos(as) estudantes.

Passamos, agora a estrutura das aulas. São abordados ao todo quatro grandes tópicos, que vão desde a primeira Lei de Newton até o Movimento de Satélites, nos conteúdos de Física e desde questões relativas aos modelos Geocêntrico e Heliocêntrico de Sistema Solar, até missões espaciais da contemporaneidade, no que se refere aos tópicos de Astronomia.

## **2.1 Aula 1**

### **Tempo estimado:**

De 3 a 5 períodos de aula.

### **Conteúdo:**

Noções de unidades de medida de distância astronômicas; Conceitos de Massa Inercial e Massa Gravitacional; Primeira Lei de Newton; Análise qualitativa da Lei de Gravitação Universal; Formação do Sistema Solar;<sup>28</sup>



Figura 03: Representação artística da Nebulosa Solar (nuvem molecular que teria dado origem ao sistema solar há 4,6 bilhões de anos). Fonte: Wikimedia Commons

### **Objetivos de ensino:**

Apresentar de forma geral alguns conceitos importantes para o entendimento do conceito de força. Dar exemplos da utilização do conceito e trabalhar conceitualmente a noção de interações à distância. Trabalhar a importância da

---

<sup>28</sup> Materiais para consulta sobre a formação e composição do Sistema Solar, em mais detalhes podem ser encontrados em: <http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

Além destes materiais, outros dados podem ser consultados no link:

[https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese\\_nebular](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese_nebular)

interação gravitacional de forma qualitativa apenas e se utilizará da hipótese nebular de formação do sistema solar para problematizar a situação.

**De forma mais específica se pretende:**

- Definir o conceito de Força;
- Descrever o conceito de Inércia;
- Enunciar a primeira Lei de Newton,
- Explorar de forma dialogada e conceitual sobre a Lei da Gravitação Universal e falar sobre massa Inercial e massa Gravitacional e o Princípio da Equivalência.
- Diferenciar os astros visíveis com base na sua dinâmica e composição química.
- Destacar as distâncias entre os corpos do sistema solar;
- Observar, através de um simulador Solar System Scope o funcionamento do sistema solar.

**Procedimentos:**

Inicialmente deve ser feita uma breve apresentação do conteúdo a ser estudado na aula, esta apresentação deve ser direcionada de modo a despertar o interesse e a curiosidade dos alunos. É recomendável que se faça uma revisão geral sobre conteúdos de Física trabalhados, tais como: Unidades de medidas e Cinemática. A partir daí pode-se abordar os primeiros princípios da Dinâmica e então falar sobre Newton e sobre como ele contribuiu para o entendimento do funcionamento do Universo em sua época. A partir destas discussões é possível discutir a influência de Galileo e Kepler para as formulações de Newton e discutir, mesmo que brevemente os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico de funcionamento do Universo. Após discutir os conceitos iniciais, definir o conceito de Força, a lei de Inércia, falar sobre a lei de gravitação Universal, recomenda-se problematizar os tópicos a partir da

demonstração do vídeo The Nebular Theory<sup>29</sup> um que representa a hipótese de formação nebular do sistema solar.

Após realizar estas ações, aconselha-se a trabalhar com o aplicativo *Solar System Scope*, para que os(as) estudantes possam conhecer a ferramenta e navegar virtualmente pelo sistema solar, observando algumas características do sistema solar e trabalhar de forma colaborativa a partir de uma ferramenta que apresenta aspectos visuais e operacionais que possam ser estimulantes a eles(as). Para acessar o aplicativo é necessário apenas um computador com acesso à internet.



Figura 04 Adaptado da tela inicial do aplicativo online. Os astros estão fora de escala de tamanho e distância, sendo importante destacar isso aos estudantes e às estudantes. Fonte: <https://www.solarsystemscope.com/>

Com esta ferramenta é possível acessar galerias individuais para cada planeta do sistema solar, assim como as principais luas de cada planeta. As imagens abaixo, por exemplo, mostram algumas das ferramentas disponíveis no aplicativo.

Abaixo são mostrados alguns recortes sobre o planeta Júpiter.

---

<sup>29</sup> Disponível no youtube através da URL: [https://www.youtube.com/watch?v=PL3YNQK960Y&ab\\_channel=OHMSScienceclassvideos](https://www.youtube.com/watch?v=PL3YNQK960Y&ab_channel=OHMSScienceclassvideos)



Figura 05: Adaptação de tela mostrando um dos recursos apresentados pelo aplicativo. Na imagem observa-se a estrutura interna de Júpiter. Fonte: <https://www.solarsystemscope.com/>.

A imagem acima mostra um dos menus (menu Enciclopédia) do aplicativo, específico para o planeta Júpiter. É possível optar por outras ferramentas, como e outros corpos do sistema solar, obviamente. O planeta Júpiter foi escolhido por ser o primeiro planeta gasoso a partir do Sol e por apresentar características bastante diferentes das que estamos acostumados com nossa experiência. As figuras 06 e 07, a baixo, mostram posições diferentes de observação do planeta Júpiter e suas quatro principais Luas (a versão gratuita do aplicativo mostra apenas as 4 luas galileanas).

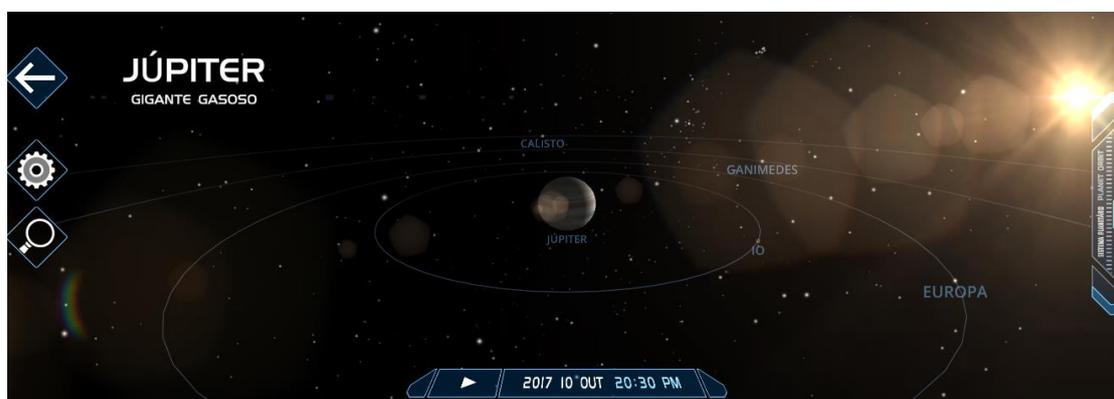


Figura 06: Adaptação de tela do aplicativo onde se observa Júpiter, as quatro luas Galileanas e o Sol. Fonte: <https://www.solarsystemscope.com/>.

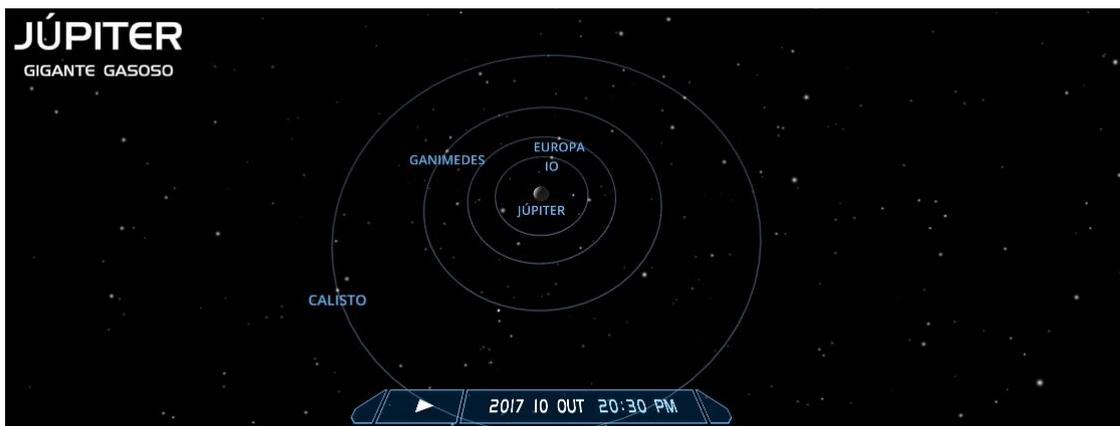


Figura 07: Adaptação de tela do aplicativo mostrando Júpiter e as linhas correspondentes às órbitas das 4 luas galileanas. Vale ressaltar aos estudantes e às estudantes que sabe-se hoje que Júpiter possui um número muito maior de luas. Fonte: <https://www.solarsystemscope.com/>

### **Recursos:**

- Projetor e computador para uso do(a) professor(a).
- Laboratório de informática com computadores com acesso a internet onde os alunos possam trabalhar individualmente ou em pequenos grupos.

### Sugestão de Atividade:

#### I- Responda à seguinte questão:

Um ônibus espacial representado na figura<sup>30</sup> ao lado. é lançado a partir da Terra de uma estação de lançamentos. Ao deixar a atmosfera terrestre e chegar em um ponto do espaço seus motores são desligados para poupar combustível para futuras manobras. Supondo que o ônibus espacial se movimenta ao longo de uma trajetória retilínea e que não esteja mais sujeito a forças gravitacionais significativas quando desliga os motores. Responda:



Figura 08: lançamento de ônibus espacial

- a) O que acontecerá com a velocidade do ônibus espacial?
- b) Que tipo de movimento ele estará executando?
- c) De que forma essa situação poderia ser explicada com base na primeira Lei de Newton (responda com suas palavras)?

II – Utilizando o aplicativo *Solar System Scope*, ou um banco de dados virtual, livros, ou outra fonte de consulta que preferir, escolha um corpo ou sistema de corpos do sistema solar e pesquise sobre suas principais características: composição química, distância relativa ao sol, raio da órbita, período orbital e outras informações que achares importante.

Esta atividade pode ser realizada em pequenos grupos.

---

<sup>30</sup> Fonte da imagem: <https://trading-blog.assistenzabrokers.it/wp-content/uploads/2017/04/razzo-idrogeno.jpg>

## 2.2 Aula 2

### Tempo estimado:

De 3 a 5 períodos de aula

### Conteúdo:

Os conteúdos previstos para desenvolvimento nesta aula são: Segunda Lei de Newton de forma qualitativa e conceitual e também a partir da definição matemática e aplicações matemáticas; Definição de Força Peso; Noções de escala de distâncias; Características do Sistema Solar; Distâncias Dentro do Sistema Solar, Posição dos planetas no sistema solar, Unidade Astronômica;

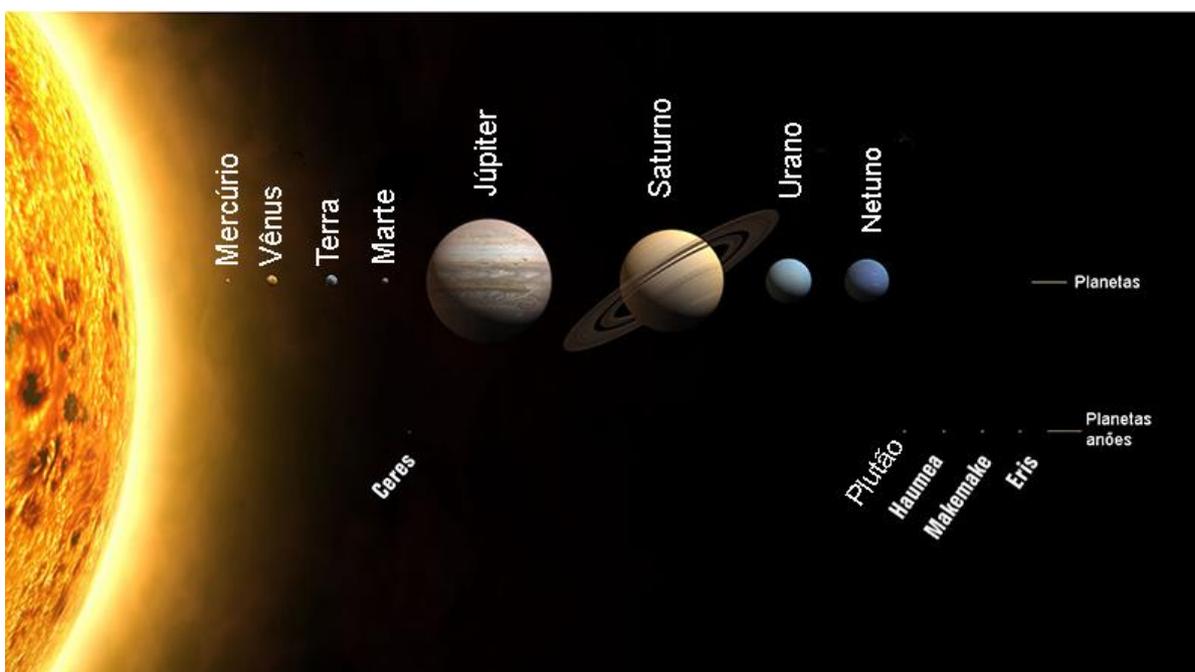


Figura 09: A imagem é uma concepção que busca relacionar os principais corpos do sistema solar, mantendo a escala de tamanhos relativos mas fora de escala no que se refere à distâncias. Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/ssolar.htm>

### Objetivos de ensino:

- Estabelecer a relação entre os conceitos de Força, Massa e Aceleração e enunciar a Segunda Lei de Newton em sua forma conceitual e, em seguida, sua expressão matemática.

- Reconhecer qualitativamente a relação entre a segunda Lei de Newton e características de formação do sistema solar<sup>31</sup>.
- Trabalhar colaborativamente com a utilização do *software* apresentado.

### **Procedimentos:**

- Recapitulação dos conceitos desenvolvidos na(s) aula(s) anterior(es).
- Apresentar um pequeno vídeo de problematização, sobre o último lançamento do Ônibus Espacial Discovery <sup>32</sup> para introduzir a segunda Lei de Newton.
- Durante a demonstração do vídeo é importante ir destacando questões importantes, como: o que acontece quando os motores são ligados, qual o papel dos propulsores, quais as alterações no estado de movimento do sistema, quais fatores que contribuem para tais alterações, destacar o parâmetro massa, instigar os(as) estudantes a contribuir de modo que eles(as) apontem para o fato da velocidade estar mudando, o fato dos propulsores exercerem força (a relação entre sentido e direção); destacar que o sistema em estudo é um sistema de massa variável e verificar quais as implicações desse fato sobre o movimento.
- Apresentar a segunda Lei de Newton e a sua relação com detalhes específicos de características de formação do sistema. Observar a relação, também com a Lei de Atração gravitacional, estudada anteriormente. o fato dos planetas mais próximos do Sol são essencialmente constituídos por materiais mais densos e com pontos de fusão mais altos (silicatos, ferro e níquel), enquanto os mais afastados são ricos em elementos gasosos (hidrogênio e hélio) esta constatação é coerente com a ideia de que terá havido maior condensação de elementos pouco voláteis em regiões com temperaturas elevadas mais próximas do Sol, e aí mantidas pela

---

<sup>31</sup> Conforme texto disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese\\_nebular](https://pt.wikipedia.org/wiki/Hip%C3%B3tese_nebular).

<sup>32</sup> Disponível em: [https://www.youtube.com/watch?v=Fct2WbiBmxQ&ab\\_channel=AstroBrasil](https://www.youtube.com/watch?v=Fct2WbiBmxQ&ab_channel=AstroBrasil)

atração gravitacional, e de elementos muito voláteis em regiões mais afastadas, mais frias e de menor interação gravitacional com o Sol.

- Trabalhar escalas de distância com auxílio de aplicativo específico<sup>33</sup>.

## The Scale of the Universe



Figura 10: Adaptado da tela inicial do aplicativo. Fonte: <http://scaleofuniverse.com/>.

O aplicativo é disponibilizado para trabalho online na página e apresenta-se como uma ferramenta muito interessante para explorar aspectos de escalas de distâncias, pois relaciona distâncias desde o comprimento de Planck (da ordem de  $10^{-35}$  m) até os limites do Universo observável (da ordem de  $10^{27}$  m). A baixo seguem algumas imagens geradas a partir do uso do aplicativo. Para cada imagem o aplicativo fornece (canto inferior direito da tela, a ordem de grandeza das distâncias e tamanhos envolvidos).

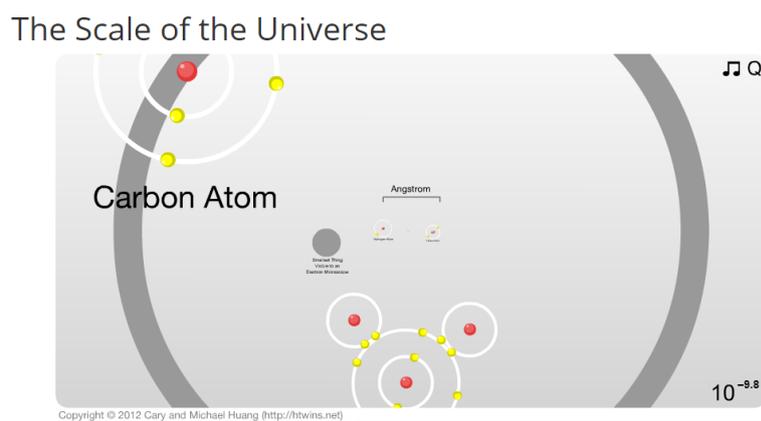


Figura 11 Imagem adaptada do aplicativo. No detalhe a escala está na ordem de  $10^{-10}$  m . Fonte <http://scaleofuniverse.com/>

<sup>33</sup> Aplicativo disponível no link: <http://scaleofuniverse.com/>

## The Scale of the Universe

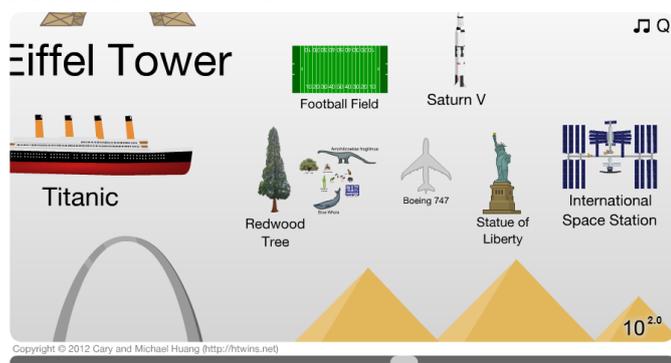


Figura 12: Adaptada da tela inicial do aplicativo. Ordem de grandeza de  $10^2$  m. Fonte: <http://scaleofuniverse.com/>.

## The Scale of the Universe

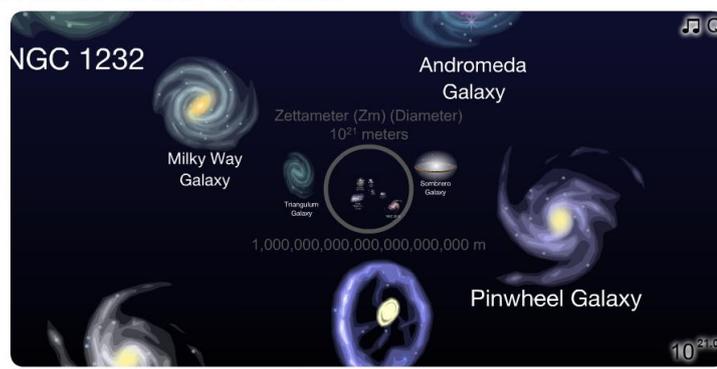


Figura 13: Adaptação da tela inicial do aplicativo. Representação de cima do aglomerado local de galáxias. Ordem de grandeza de  $10^{21}$  m. Fonte: <http://scaleofuniverse.com/>

O aplicativo *The Scale of the Universe* é um pouco limitado no que se refere a interação com o usuário. Mas é bastante visual e pode apresentar-se como uma boa ferramenta para a compreensão das ordens de grandeza envolvidas em Astronomia.

OBS.: É importante ressaltar que para utilizar o aplicativo é necessário acesso à internet, bem como a atualização do aplicativo *Flash*.

- Apresentação de imagens comparativas entre tamanhos e distâncias entre astros do sistema solar. Sugestão: apresentar o vídeo *The Known*

*Universe*<sup>34</sup> ou *Uma comparação do tamanho de planetas e estrelas*<sup>35</sup>, ambos os vídeos são de curta duração e encontram-se disponíveis no youtube, conforme notas em rodapé.

### **Recursos:**

- Listas de exercícios impressas. Projetor e computador para apresentação dos recursos. Materiais de escrita para quadro.

### **Avaliação:**

Ao final da aula ou ao encerrar algum dos tópicos desenvolvidos deverão ser entregues as listas de exercício 1 e 2, onde aparecem questões relativas aos conteúdos de MRU, MRUV, Primeira e Segunda Leis de Newton e tópicos específicos sobre o Sistema Solar. A discussão e desenvolvimento/resolução das listas pode ser de forma individual ou em pequenos grupos. Sugere-se que seja realizado em grupos de 3 ou 4 estudantes para que haja maior interação entre a turma. As listas apresentadas são compostas por problemas de aplicação de equações matemáticas e de relação de conceitos.

---

<sup>34</sup> Disponível no youtube no URL a baixo:

[https://www.youtube.com/watch?v=17jymDn0W6U&ab\\_channel=AmericanMuseumofNaturalHistory](https://www.youtube.com/watch?v=17jymDn0W6U&ab_channel=AmericanMuseumofNaturalHistory)

<sup>35</sup> A Comparação do Tamanho do Universo. Link:

[https://www.youtube.com/watch?v=BueCYLvtBso&ab\\_channel=CanalCencialize](https://www.youtube.com/watch?v=BueCYLvtBso&ab_channel=CanalCencialize)

### **Sugestão de Atividade:**

**Atividade I** – Sugere-se pedir aos estudantes e às estudantes que a partir do uso do aplicativo, observem as ordens de grandeza de algumas estruturas observadas e realizem uma pequena pesquisa para verificar se as informações do aplicativo conferem com as encontradas. E o porque da necessidade de se trabalhar com unidades específicas, como a UA ou o Parsec em Astronomia.

<sup>36</sup>**Lista 1:** Envolve conteúdos de gerais, sendo uma ferramenta de fixação de conceitos.

**Lista 2:** Envolve os conteúdos correspondentes à segunda Lei de Newton e algumas aplicações simples, força peso e conceitos relativos ao tópico anterior. Servindo como forma de visitar conteúdo e buscar relações entre os conteúdos das duas aulas.

---

<sup>36</sup> Os gabaritos das listas encontram-se em anexo ao final deste texto.

## LISTA 1 - Exercícios de revisão

**Questão 1) (Hewitt - Adaptada)** A figura abaixo representa caixotes de massas variadas encontrando-se sobre uma mesa nivelada e desprovida de atrito.

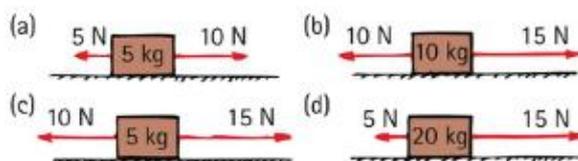


Fig. 14: Fonte: Física Conceitual, Paul Hewitt. 11ª Edição.

Ordene-as em ordem decrescente quanto:

- ao módulo da força resultante.
- ao módulo da aceleração adquirida pelos caixotes

**Questão 2) (PUC-Rio 1999)** Você é passageiro num carro e, imprudentemente, não está usando o cinto de segurança. Sem variar o módulo da velocidade, o carro faz uma curva fechada para a esquerda e você se choca contra a porta do lado direito do carro.

Considere as seguintes análises da situação:

I - Antes e depois da colisão com a porta, há uma força para a direita empurrando você contra a porta.

II – Em virtude de uma característica natural dos corpos manterem seu estado de movimento, ao que nós denominamos como Princípio da Inércia, você tem a tendência de continuar em linha reta, de modo que a porta, que está fazendo uma curva para a esquerda, exerce uma força sobre você para a esquerda, no momento da colisão.

III - Por causa da curva, sua tendência é cair para a esquerda.

Assinale a resposta correta:

- a) Nenhuma das análises é verdadeira.
- b) As análises II e III são verdadeiras.
- c) Somente a análise I é verdadeira.
- d) Somente a análise II é verdadeira.
- e) Somente a análise III é verdadeira.

**Questão 3)** Uma nave espacial livre de ações gravitacionais significativas do resto do Universo. Com seus motores desligados, mantém o seu movimento com velocidade constante, segundo o princípio da inércia. Sabendo que a velocidade da nave é de 600 km / min.

Determine a distância (em metros) percorrida pela nave em:

- a) 20 s;
- b) 1 h;
- c) 1 dia.

**Questão 4)** Após receber um golpe de Naruto Uzumaki, Kabuto Yakushi passa a se mover com aceleração de  $5 \text{ m/s}^2$  com relação a horizontal, até o momento em que seu corpo colide com uma rocha e o movimento é interrompido. Desprezando o atrito com o ar e com o solo (Kabuto não manteve contato com o solo após o golpe) e sabendo que a massa de Kabuto é igual a 70 kg.

- a) Determine a força aplicada por Naruto durante o golpe.
- b) Determine a força de reação percebida pelo Naruto.
- c) Sabendo que Kabuto estava em repouso no antes de ser atingido e que o tempo de vôo do lutador foi de 4 s, determine a velocidade com a qual ele foi lançado contra a parede de rochas.



Fig. 15: Imagem adaptada do anime Naruto, Episódio 94.  
Fonte:  
<https://www.animep.net/vid>

**LISTA 2 - Para Discutir e Resolver:**

**Questão 1<sup>37</sup>**) Uma pessoa possui, na superfície da Terra, ao nível do mar, uma massa de 48 kg. Sabendo-se que a aceleração da gravidade na superfície da Lua é cerca de seis vezes menor que na superfície da Terra, ao nível do mar, podemos afirmar, com relação a essa pessoa, que:

- a) seu peso é igual tanto na superfície da Lua quanto na superfície da Terra.
- b) seu peso, na superfície da Lua, é aproximadamente 48 N.
- c) seu peso, na superfície na Lua, é aproximadamente 80 N.
- d) sua massa, na superfície da Lua, é aproximadamente 80 kg.
- e) sua massa, na superfície da Lua, é aproximadamente 384 kg.

**Questão 2<sup>38</sup>**) Uma menina pesa 400 N na superfície da Terra, onde se adota  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Se a menina fosse transportada para uma nave, onde a aceleração da gravidade é quatro vezes menor, a sua massa e seu peso seriam, respectivamente:

- a) 20 kg e 100 N.
- b) 20 kg e 200 N.
- c) 40 Kg e 400 N.
- d) 40 kg e 200 N.
- e) 40 kg e 100 N.

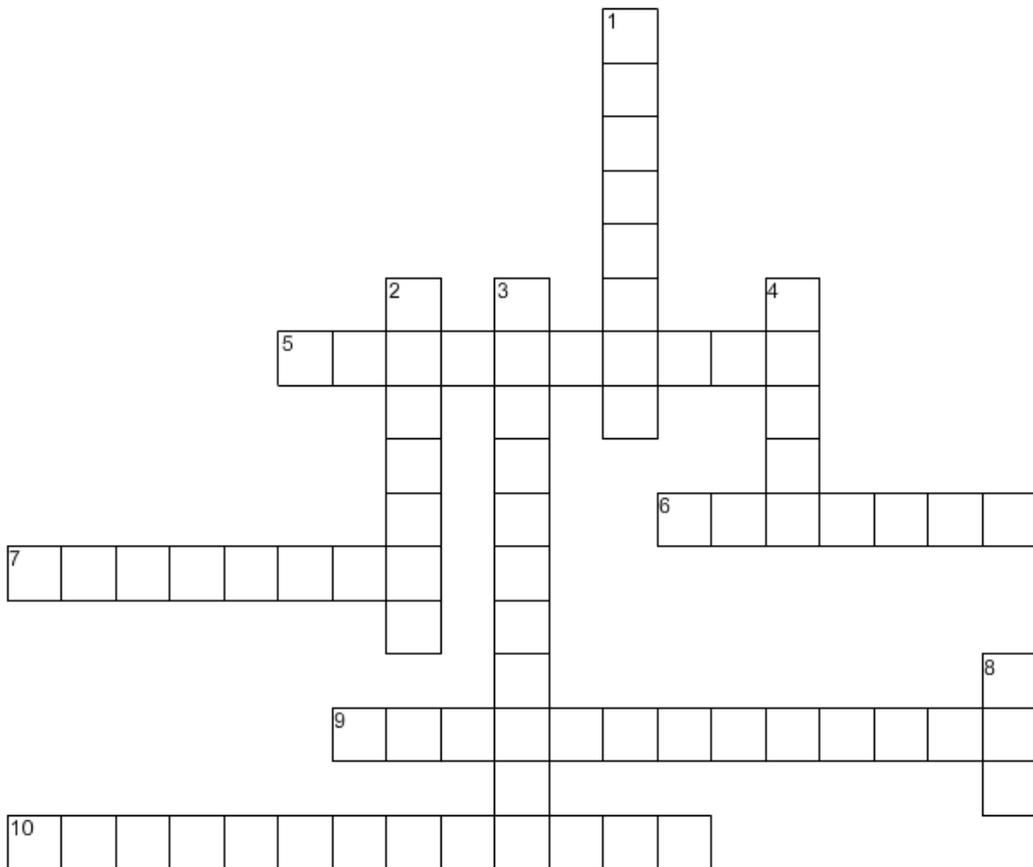
**Questão 3)** Com base no que estudamos preencha as lacunas, quando necessário e em seguida complete o quadro de Palavras Cruzadas:

---

<sup>37</sup> Questão adaptada de <https://rachacuca.com.br/quiz/28688/dinamica-i/>

<sup>38</sup> Questão adaptada de <https://rachacuca.com.br/quiz/28688/dinamica-i/>

- 1- Caracteriza uma propriedade intrínseca da matéria, denominada de Massa \_\_\_\_\_, que representa a natureza da matéria de manter o vetor velocidade constante. Quanto maior a massa inercial mais difícil é alterar o vetor velocidade de um corpo.
- 2- Teoria que sugere que o Sistema Solar teria se originado há cerca de 4,6 bilhões de anos a partir de uma vasta nuvem de gás e poeira .
- 3- Modelo teórico que buscava explicar a estrutura do Universo e que colocava a Terra como sendo o centro.
- 4- Ação Física com que causa deformações ou que altera o estado de repouso ou de movimento de um determinado objeto.
- 5- Medida da taxa de variação da velocidade em relação ao tempo de um objeto.
- 6- É um corpo celeste que orbita uma estrela ou um remanescente de estrela, com massa suficiente para se tornar esférico pela sua própria gravidade.
- 7- É a parte da mecânica que estuda o movimento dos corpos e suas causas.
- 8- É a estrela que ocupa o centro do sistema solar.
- 9- Modelo teórico que buscava explicar a estrutura do Universo e que colocava o Sol como sendo o centro.
- 10- Caracteriza uma outra propriedade também intrínseca da matéria, denominada de Massa \_\_\_\_\_, que representa a natureza da matéria de atrair outro corpo que possua massa gravitacional.



**Questão Desafio:** Durante uma missão espacial, uma espaçonave sofre danos graves em seus sistemas de controle e propulsão 02 h após o início da missão (considere que a missão iniciou no instante em que a nave se libertou da influência do campo gravitacional do planeta de origem). Devido a ausência de interações gravitacionais significativas e de forças dissipativas, a espaçonave se mantém em movimento em linha reta com velocidade constante de 45 km/s. Por sorte o sistema de comunicação permanece intacto e os tripulantes conseguem emitir um pedido de resgate. Exatamente 12 h após o contato, a espaçonave responsável pelo resgate encontra-se na mesma distância relativa ao planeta (posição em que a primeira emitiu pedido de resgate) a uma velocidade de 60 km / s.

**Determine:**

- a) qual a distância percorrida, aproximadamente, pela primeira espaçonave nesse intervalo de tempo?
- b) quanto tempo será necessário para que a segunda espaçonave alcance a primeira?
- c) qual a distância percorrida pela nave de resgate?

*Obs. Para simplificar os cálculos, desconsidere o tempo necessário para a emissão e recepção do sinal de comunicação.*

### **2.3 Aula 3**

#### **Tempo estimado:**

De 2 a 3 períodos de aula.

#### **Conteúdo:**

- Terceira Lei de Newton; Movimento relativo do Sistema T-S-L<sup>39</sup>, Conceitos básicos de Movimento Circular (Período, Frequência, Velocidade Angular e Linear, Aceleração Centrípeta).

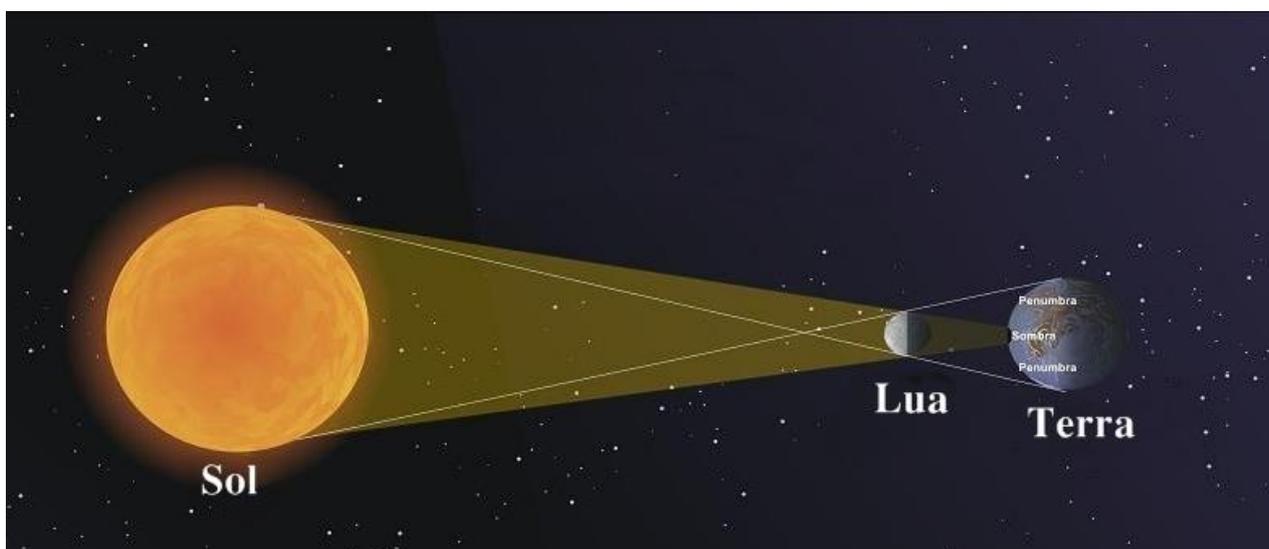


Figura 16 Representação fora de escala do Sistema Terra-Sol-Lua. Fonte: <https://optclean.com.br/wp-content/uploads/2016/03/eclipsedesol1.jpg>

#### **Objetivos de ensino:**

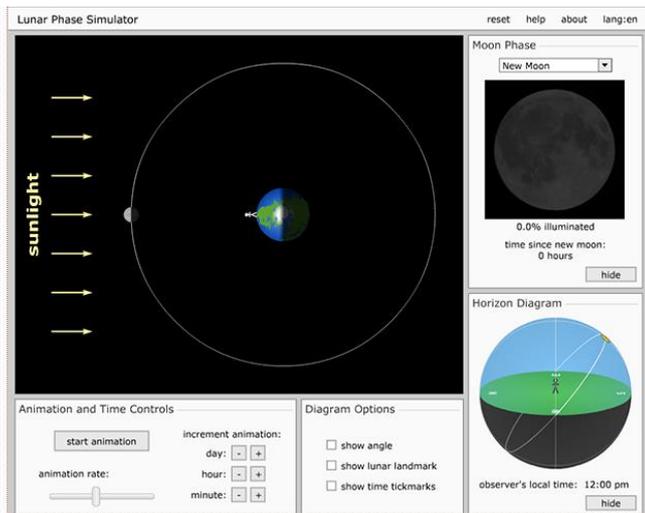
- Definir os conceitos de Ação e Reação
- Enunciar a terceira Lei de Newton, voltar a falar de forças de interação a distância, mas de forma aplicável ao sistema T-S-L.
- Observar, através do simulador Lunar Phase Simulator<sup>40</sup> da Universidade de Nebraska o funcionamento do sistema.

---

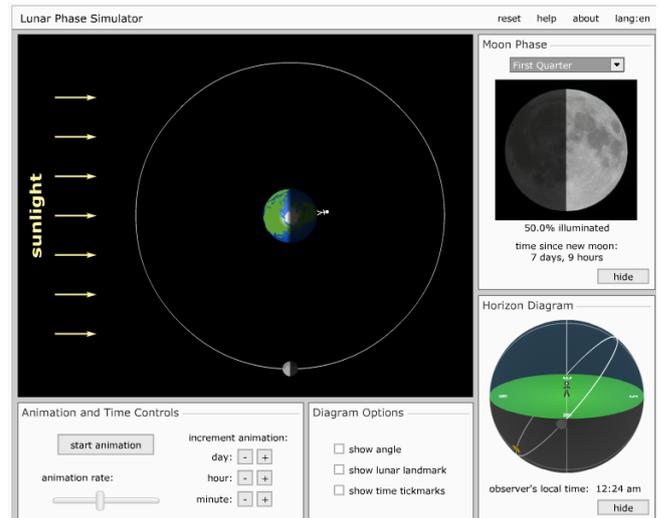
<sup>39</sup> Sistema Terra-Sol-Lua

- Diferenciar os movimentos relativos e iniciar discussão sobre causas dos eclipses e fases lunares, as marés e as estações do ano.

A baixo, seguem algumas imagens do aplicativo em funcionamento, dando destaque às quatro fases que representam as posições correspondentes quatro pontos específicos de um eixo de coordenadas.

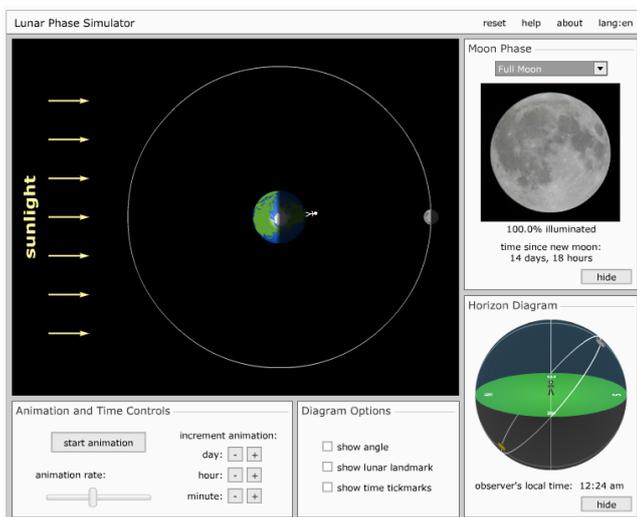


(a)

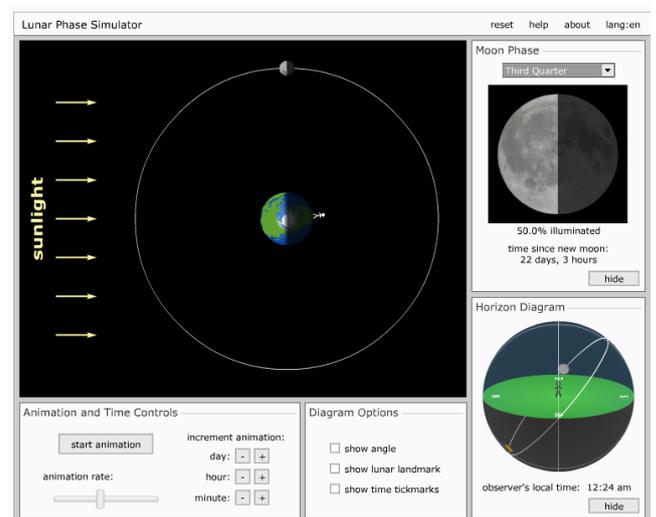


(b)

Figura 16 (a) e (b) : Adaptado da tela do aplicativo Lunar Phase Simulator. As figuras mostram a representação das fases Nova (a) e Quarto Crescente (b).



(c)



(d)

Figura 16 (c) e (d) : Adaptado do aplicativo Lunar Phase Simulator. As figuras mostram a representação das fases Cheia (c) e Quarto Minguante (d).

<sup>40</sup> O simulador é bastante rico pois mostra a evolução das fases da Lua para um observador na Terra. Encontra-se disponível de forma livre no site: <http://astro.unl.edu/naap/lps/animations/lps.html>

## Procedimentos:

- Inicialmente será feita uma breve apresentação do conteúdo. Deve ser feita uma breve problematização para despertar o interesse dos alunos. Como sugestão, propõe-se a apresentação do vídeo Ilustração do Modelo Helicoidal da trajetória do sistema solar<sup>41</sup>. Este vídeo é muito interessante para problematizar o assunto relacionado à terceira Lei de Newton e aos movimentos de translação e rotação.
- Apresentação do vídeo dando ênfase às relações ente as forças exercidas simultaneamente entre os corpos.
- Relacionar o modelo helicoidal de movimento planetário com os modelos Geocêntrico e Heliocêntrico estudados e aulas anteriores.
- Enunciar a terceira Lei de Newton e a importância que ela possui no entendimento de um mecanismo como o estabelecido pela interação do sistema em estudo.
- Utilizar aplicativo para demonstrar a dinâmica de movimentos envolvidos no sistema TSL, bem como as relações entre seus planos orbitais.
- A partir da observação dos movimentos, estabelecer alguns parâmetros de diferenciação entre os movimentos retilíneos e os circulares e definir as grandezas Período, Frequência, Velocidade Angular e Aceleração Centrípeta.

---

<sup>41</sup> Disponível no youtube pelo URL:

[https://www.youtube.com/watch?v=woS76krPPNw&ab\\_channel=RamiroHiroito](https://www.youtube.com/watch?v=woS76krPPNw&ab_channel=RamiroHiroito)

### Sugestão de Atividade:

**Atividade I** - A partir do que foi estudado sobre as fases da Lua, observe a imagem a baixo e responda as seguintes questões:

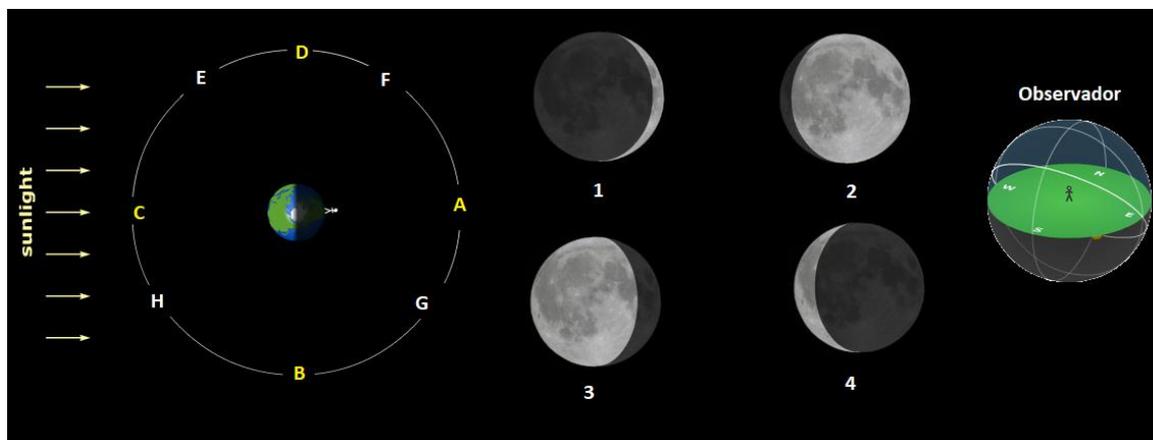


Figura 17: Composição do autor a partir da tela do aplicativo em funcionamento.

I – Para que um observador na posição indicada perceba a crescente na posição E, qual deve ser o sentido (horário ou anti-horário) de movimento no aplicativo?

II – Considerando que o movimento de rotação aparente ocorra de C para A, passando por B, ou seja, execute a trajetória CBAD, diga a quais pontos E, F, G e H correspondem, respectivamente as fases observadas nas posições 1, 2, 3 e 4 da figura acima.

**Avaliação:** Como mecanismo de avaliação, revisão e fixação de conceitos, sugerimos uma pequena lista de exercícios que envolve desde conceitos relativos às primeiras aulas até a relação entre conteúdos novos.

### Recursos:

- Projetor e computador.
- Lista de exercícios impressa (ou entregue de forma digital).

## ATIVIDADES DE REVISÃO

### 1. Responda às questões propostas:

**Questão 1)** Um pêndulo simples possui, na superfície da Terra, período igual a 25 s. Após ser transportado para um outro planeta, observou-se que a frequência de oscilação é 4 vezes maior do que na Terra. Qual é o período de oscilação deste pêndulo no outro planeta?

**Questão 2)** Um satélite artificial em órbita de uma lua de Júpiter possui período orbital de 6 h. Determine: a) a frequência do movimento em Hz. b) a frequência rotações por minuto. c) o período para a situação em que a frequência aumentasse 4 vezes.

**Questão 3)** Quando uma espaçonave de testes se desloca a favor do campo gravitacional de um planeta, desenvolve uma velocidade de 50 km/s, quando o movimento ocorre no sentido contrário, desenvolve a velocidade de 40 km/s. Para percorrer a distância entre a superfície do planeta e um determinado ponto na atmosfera, a espaçonave gasta 100 s a mais quando está se deslocando contra o campo gravitacional do que na volta à superfície. Qual é a altura máxima, em relação à superfície deste planeta, alcançada pela espaçonave?

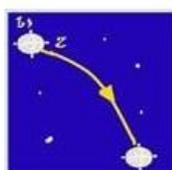
**Questão 4) (UFMG)** Uma nave espacial se movimenta numa região do espaço onde as forças gravitacionais são desprezíveis. A nave desloca-se de X para Y com velocidade



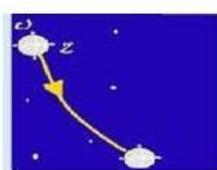
constante e em linha reta. No ponto Y, um motor lateral da nave é acionado e exerce sobre ela uma força constante, perpendicular à sua trajetória inicial. Depois de um certo intervalo de tempo, ao ser atingida a posição Z, o motor é desligado. O diagrama que melhor representa a trajetória da nave, APÓS o motor ser desligado em Z, é:



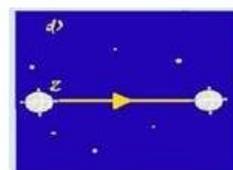
A



B



C



D

**2. Faça um resumo, com suas próprias palavras, apenas com o que estudaste em aula, sobre os seguintes corpos do sistema solar:**

a) Cometas:

---

---

---

---

b) Meteoros:

---

---

---

---

c) Meteoritos:

---

---

---

---

**3. Com suas palavras, responda às seguintes questões:**

a) O que causa as “chuvas de meteoros”?

---

---

---

---

b) Com base no que você estudou sobre corpos maiores e menores do sistema solar, o que pode ter causado a extinção em massa dos dinossauros?

---

---

---

---

---

---

---

---

## 2.4 Aula 4

**Tempo estimado:** 5 períodos de aula.

**Conteúdo:** Gravitação Universal, Leis de Kepler, Movimento de satélites;



Figura 18 Estação de lançamento de foguetes. Fonte: <https://www.nasa.gov/missions>

### **Objetivos de ensino:**

- Compreender as Leis da Gravitação e suas aplicações; Leis de Kepler;
- Definir conceitos de Velocidade de Escape, Órbita, Movimentos Periódicos.
- Trabalhar colaborativamente na resolução de problemas.

### **Procedimentos:**

- Recapitulação dos conceitos desenvolvidos na aula anterior.
- Discussão dos tópicos relacionados ao movimento de satélites naturais e artificiais, missões espaciais<sup>42</sup>.
- Entrega da lista de exercícios para solução em aula.
- Leitura de notícia (em anexo) sobre Astronomia e temas relacionados e solução de Lista extra de atividades.
- Discussão acerca do material disponibilizado sobre Leis de Kepler e Gravitação (criado pelo autor) e sobre notícias recentes sobre temas relacionados aos conteúdos trabalhados em aula.

---

<sup>42</sup> Sugestão de material: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Explora%C3%A7%C3%A3o\\_espacial](https://pt.wikipedia.org/wiki/Explora%C3%A7%C3%A3o_espacial)  
Ou em: <https://www.nasa.gov/missions>

## GRAVITAÇÃO UNIVERSAL

“De acordo com uma crença popular, Newton estava sentado à sombra de uma macieira quando repentinamente lhe surgiu a ideia de que a gravidade se estendia além da Terra.”

Foi Isaac Newton quem propôs que a força que faz com que os objetos em queda sejam atraídos em direção ao centro da Terra é a mesma força que mantém a Lua em sua órbita ao redor da Terra. Da mesma forma, esta força seria responsável pela órbita da Terra e dos demais planetas ao redor do Sol.

De forma geral Newton definiu sua teoria da seguinte maneira: “*Entre dois corpos massivos existe uma força atrativa que é proporcional ao produto da massa dos corpos e inversamente proporcional ao quadrado da distância que separa seus centros de massa*”.

Mais tarde esta hipótese de Newton veio a ser conhecida como *Lei da Gravitação Universal*.

Podemos representá-la da seguinte forma:

$$F \propto \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \quad (1)$$

Onde:  $F$  é a força,  $m_1$  e  $m_2$  são as massas e  $r$  é a distância entre seus centros.

Podemos ainda expressar a relação de proporcionalidade (1) de forma exata acrescentando uma constante de proporcionalidade  $G$ , conhecida como *constante da gravitação universal*.

$$F = G \frac{m_1 \times m_2}{r^2} \quad (2)$$

Onde:  $G = 6,67 \times 10^{-11} \left( \frac{N \cdot m^2}{kg^2} \right)$  em unidades do S.I.

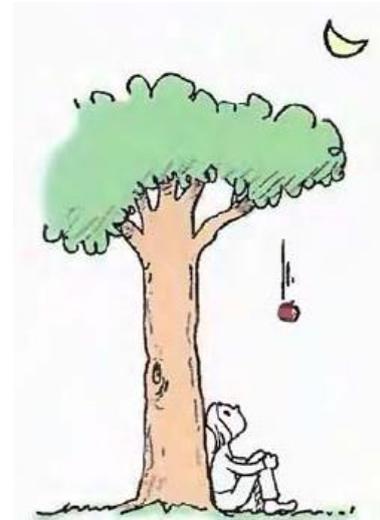


Figura 19: A atração gravitacional da Terra sobre uma maçã poderia alcançar a Lua? Fonte: Hewitt, Paul G., Física Conceitual, Bookman, 2002. Página 156.

A figura a baixo representa a intensidade da força gravitacional exercida pela Terra sobre um objeto qualquer à medida que este objeto se desloca para pontos cada vez mais afastados da superfície terrestre.

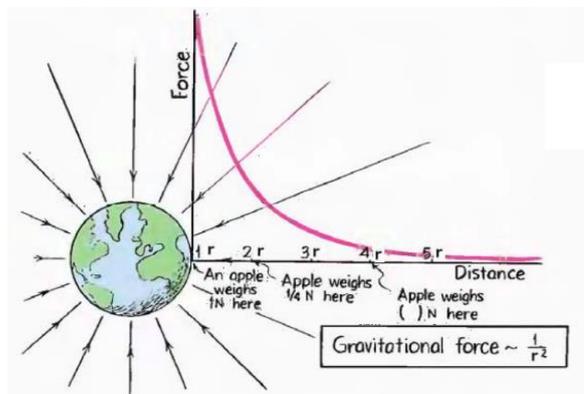


Figura 20: O gráfico representa o comportamento da força gravitacional com relação à distância. Fonte: Hewitt, Paul G., Física Conceitual, Bookman, 2002. Página 156.

**IMPORTANTE:** Observe que a intensidade da força é inversamente proporcional ao quadrado da distância. Exemplo: Se a distância aumentar duas vezes, a força diminuirá quatro vezes.

## AS LEIS DE KEPLER DO MOVIMENTO PLANETÁRIO

A Lei da Gravitação Universal de Newton foi precedida por descobertas extremamente importantes que foram resultado do trabalho de dois grandes astrônomos, o dinamarquês Tycho Brahe e o alemão Johannes **Kepler**. Brahe foi um brilhante observador e obteve registros muito precisos do movimentos dos planetas durante mais de vinte anos. Kepler foi um brilhante matemático e analisou, durante décadas, os dados obtidos por Brahe. O resultado desta análise pode ser resumido em três leis gerais, conhecidas como *As Três Leis de Kepler*.

### PRIMEIRA LEI DE KEPLER :

*“Todo planeta move-se numa órbita elíptica, tendo o Sol como um dos focos.”*

Uma das consequências da Terra descrever uma órbita elíptica e não uma órbita circular em torno do Sol, é que o planeta não está sempre à mesma distância da nossa estrela. Os pontos A e P representados na figura 1 são denominados: *Afélio* e *Periélio*, respectivamente.

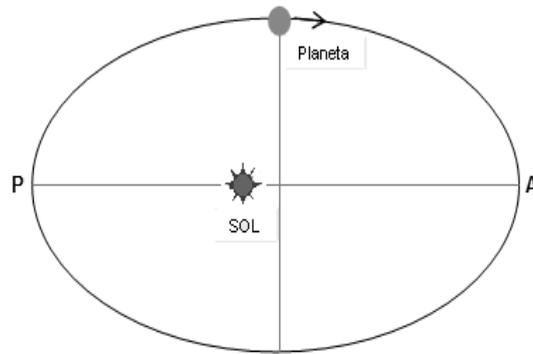


Figura 21: Representação, fora de escala e com excentricidade exagerada, do movimento orbital de um planeta em torno do Sol.

**AFÉLIO:** é a posição de máximo afastamento da Terra ou qualquer outro astro em relação ao Sol considerando a órbita elíptica.

**PERIÉLIO:** é a posição maior aproximação da Terra ou qualquer outro astro em relação ao Sol considerando a órbita elíptica.

**SEGUNDA LEI DE KEPLER:**

*“A linha que vai do Sol até qualquer planeta varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais.”*

Podemos representar matematicamente esta relação através da expressão abaixo:

$$\frac{A_1}{\Delta t_1} = \frac{A_2}{\Delta t_2} = \frac{A_n}{\Delta t_n}$$

Se:  $\Delta t_1 = \Delta t_2,$

Então:  $A_1 = A_2$

**Obs.:**

A razão  $\frac{A}{\Delta t}$  é chamada *velocidade areolar*.

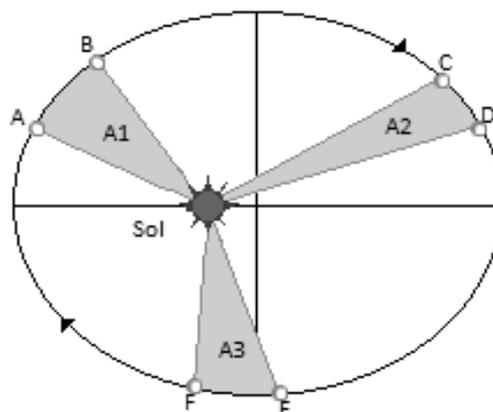


Figura 22: Representação da segunda Lei de Kepler.

Se áreas  $A_1$ ,  $A_2$  e  $A_3$  representadas na figura 2 forem iguais, o tempo necessário para o planeta percorrer os arcos AB, CD e EF será o mesmo.

Analisando a segunda lei de Kepler, podemos concluir que a velocidade de translação de um planeta (ou outro astro qualquer) é maior para pontos mais próximos ao Sol.

### **TERCEIRA LEI DE KEPLER**

*“Os quadrados dos tempos de revolução (período) dos planetas são proporcionais aos cubos das distâncias médias até o Sol.”*

A terceira lei de Kepler por ser representada matematicamente pela relação:

$$T^2 \propto r^3,$$

Ou ainda:

$$T^2 = K \cdot r^3$$

$$\frac{T_1^2}{r_1^3} = \frac{T_2^2}{r_2^3} = cte$$

Onde T representa o período orbital dos planetas e R suas distâncias médias ao Sol e K é uma constante de proporcionalidade.

A partir da terceira lei de Kepler, podemos perceber que quanto mais afastado estiver o planeta, maior será seu período orbital.

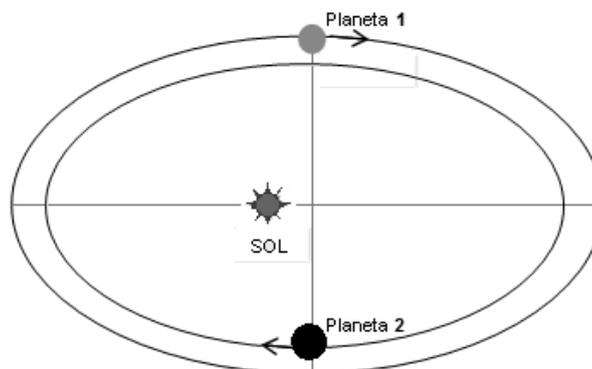


Figura 23: Representação, fora de escala e com excentricidade exagerada, do movimento orbital de dois planetas em torno do Sol.

A Tabela 1<sup>43</sup> traz alguns dados sobre distância média ao Sol e período orbital para os planetas do sistema solar.

Tabela 1: Dados relativos a alguns corpo do sistema solar.

<b>Objetos</b>	<b>Afélio milhão km (10<sup>6</sup>)</b>	<b>Periélio milhão km (10<sup>6</sup>)</b>	<b>Período de revolução (dias)</b>	<b>Período de revolução (anos)</b>
Mercúrio	69.817445	46.001009	87.96934	0.241
Vênus	108.942780	107.476170	224.701	0.615
Terra	152.098233	147.098291	365.25696	1
Marte	249.232432	206.645215	686.9601	1,881
Ceres	446.428973	380.951528	1 679.819	4.599
Júpiter	816.001807	740.679835	4 335.3545	11.862
Saturno	1503.509229	1349.823615	10 757.7365	29.452
Urano	3006.318143	2734.998229	30 799.095	84.323
Netuno	4537.039826	4459.753056	60 224.9036	164.882
Plutão	7376.124302	4436.756954	90 613.3058	248.078
Makemake	7894.762625	5671.928586	112 000	308.000
Eris	14594.512904	5765.732799	203 450	557.000

### **Sugestão de Atividade:**

Após o fechamento da aula, sugerimos que os(as) estudantes façam a leitura de algumas notícias relacionadas à temas atuais em Astronomia. Uma das notícias segue em anexo e as atividades relacionadas a esta leitura seguem na próxima página.

**Avaliação:** Como avaliação pode-se considerar a participação nas discussões relativas aos temas abordados e também a resolução da lista de problemas e das atividades sugeridas nesta sessão.

**Recursos:** Projetor, computador, material sobre Gravitação e Leis de Kepler impresso ou entregue em formato digital para ser usado como apoio.

---

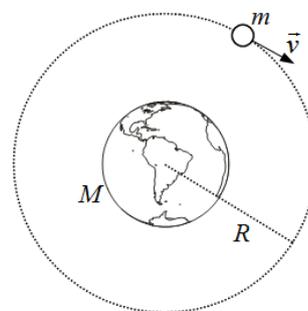
<sup>43</sup> Dados sobre alguns corpos do Sistema Solar relativos a conteúdos estudados em Gravitação. Fonte: <http://www.astronoo.com/pt/artigos/caracteristicas-dos-planetes.html>

## Lista de exercícios para resolver em aula

1 - (UFRGS 2011) Considere o raio médio da órbita de Júpiter em torno do Sol igual a 5 vezes o raio médio da órbita da Terra. Segundo a 3ª Lei de Kepler, o período de revolução de Júpiter em torno do Sol é de aproximadamente

- (A) 5 anos.
- (B) 11 anos.
- (C) 25 anos.
- (D) 110 anos.
- (E) 125 anos.

2- (UFSC 2004) Um satélite artificial, de massa  $m$ , descreve uma órbita circular de raio  $R$  em torno da Terra, com velocidade orbital de valor constante, conforme representado esquematicamente na figura. (Desprezam-se interações da Terra e do satélite com outros corpos.) Considerando a Terra como referencial na situação descrita, assinale a(s) proposição(ões) **CORRETA(S)**:



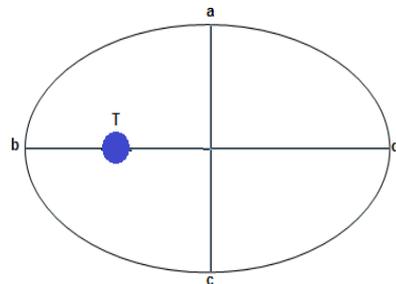
- 01. O satélite sofre a ação da força gravitacional exercida pela Terra, de módulo igual a  $\frac{GMm}{R^2}$ , onde  $G$  é a constante de gravitação universal e  $M$  é a massa da Terra.
- 02. Para um observador na Terra, o satélite não possui aceleração.
- 04. A força centrípeta sobre o satélite é igual à força gravitacional que a Terra exerce sobre ele.
- 08. A força exercida pelo satélite sobre a Terra tem intensidade menor do que aquela que a Terra exerce sobre o satélite; tanto assim que é o satélite que orbita em torno da Terra e não o contrário.
- 16. A aceleração resultante sobre o satélite independe da sua massa e é igual a  $\frac{GM}{R^2}$  onde  $G$  é a constante de gravitação universal e  $M$  é a massa da Terra.
- 32. A aceleração resultante sobre o satélite tem a mesma direção e sentido da força gravitacional que atua sobre ele.

3 - **(FUVEST-SP)** No sistema solar, o planeta Saturno tem massa cerca de 100 vezes maior do que a da Terra e descreve uma órbita, em torno do Sol, a uma distância média 10 vezes maior do que a distância média da Terra ao Sol (valores aproximados). A razão ( $F_{\text{Sat}}/F_{\text{T}}$ ) entre a força gravitacional com que o Sol atrai Saturno e a força gravitacional com que o Sol atrai a Terra é de aproximadamente:

- a) 1000.
- b) 10.
- c) 1.
- d) 0,1.
- e) 0,001.

4 - **(U.F. Viçosa – MG)** Um satélite artificial orbitando a Terra (T), como representado no esquema. Considerando as leis de Kepler, podemos afirmar que as velocidades do satélite nos pontos *a*, *b*, *c* e *d* de sua órbita obedecem às seguintes relações:

- a)  $V_b > V_a > V_c > V_d$
- b)  $V_b > V_a = V_c > V_d$
- c)  $V_b < V_a = V_c < V_d$
- d)  $V_b = V_a > V_c = V_d$
- e)  $V_b = V_a < V_c = V_d$



## LISTA DE ATIVIDADES (Relativas à notícia do Anexo A)

**Atividade I - Com base nas informações presentes nas notícias, responda às seguintes questões:**

**Questão 1) CAÇA AO ASTERÓIDE.** Cientistas propuseram que fosse construída uma sonda espacial para “caçar” o asteroide em questão. Supondo que a construção e lançamento da sonda espacial se desse a uma semana após a detecção, responda:

a) Quanto tempo seria necessário para que a sonda alcançasse o asteroide?

b) Se a velocidade do asteroide permanecesse igual a 100.000 km/h (~28 km/s), e a velocidade da sonda fosse de 35 km/s. Qual a Velocidade relativa entre o asteroide e a sonda espacial? Qual a distância percorrida por cada um até o momento do encontro?

**Questão 2)** As sondas espaciais<sup>44</sup> Hélios 1 e Hélios 2, mencionadas no artigo, foram lançadas na década de 1970 pela Alemanha Ocidental e pelos Estados Unidos da América, realizaram suas órbitas mais próximas do Sol, a cerca de 45 milhões de quilômetros (inferior à órbita de Mercúrio). O afélio das sondas era de cerca de 1 UA, enquanto que o periélio era cerca de 0,3 UA. Essas sondas são notáveis por terem estabelecido a maior velocidade atingida por uma sonda espacial, cerca de 70,22 km/s ou 0,000234c.



Figura 1: Mostra as Sondas espaciais Helios 1 e Helios 2.  
Fonte: Wikipédia

a) Em uma situação hipotética, onde fosse possível a criação de uma sonda espacial se deslocasse a esta velocidade (~70 km/s), seria possível alcançar o asteroide se o mesmo se mantivesse com sua velocidade no ponto de maior aproximação da estrela (~300.000 km/h)? Por que?

b) À medida em que um objeto em órbita se afasta do periélio, sua velocidade diminui em módulo. Supondo que a velocidade escalar do asteroide ao passar próximo ao raio da órbita de Marte fosse de 20 km/s e se mantivesse constante a partir de então. Qual seria a velocidade mínima que uma sonda espacial lançada da Terra deveria ter para alcançar o asteroide nas proximidades da órbita de saturno?

c) Dadas as informações apresentadas na notícia sobre o asteroide, responda: é possível que uma sonda espacial realize a tarefa de alcançar o asteroide? Justifique.

---

<sup>44</sup> Imagem disponível no em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Programa\\_H%C3%A9lios](https://pt.wikipedia.org/wiki/Programa_H%C3%A9lios)

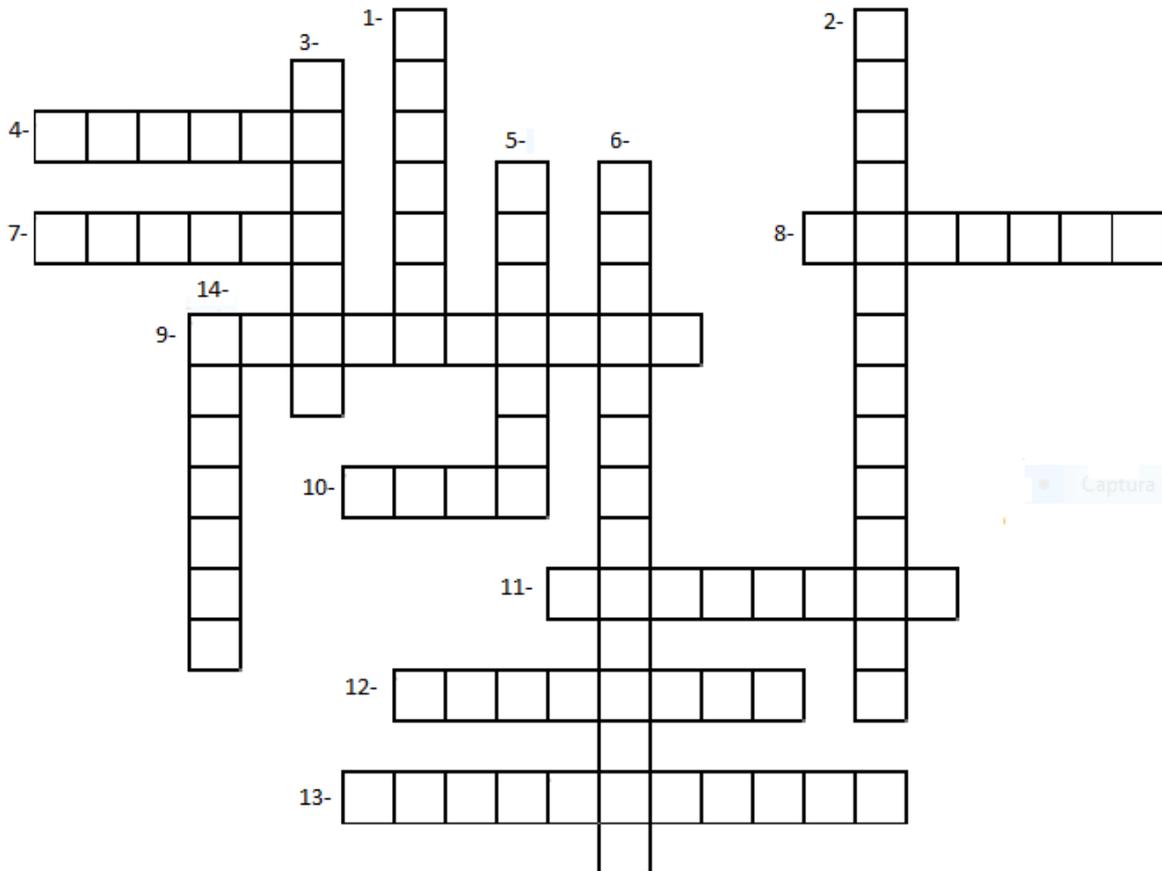
**Atividade II - Preencha a cruzadinha a baixo. Todos os conceitos envolvidos foram retirados da notícia sobre o asteroide *Oumuamua*.**

Obs.: Alguns conceitos podem estar no plural ou separados por hífen.

**Conceitos-chave para completar a cruzadinha:**

1. Telescópio espacial norte americano lançado com objetivo de captar imagens a partir da detecção de radiação infravermelha.
2. Objeto ou estrutura que procede de ou se situa fora da nossa galáxia (Via Láctea).
3. Sonda espacial que aterrissou com êxito no cometa 67P (cometa conhecido como Churyumov-Gerasimenko).
4. É a posição de máximo afastamento da Terra ou qualquer outro astro em relação ao Sol considerando a órbita elíptica.
5. Sonda espacial enviada pela Agencia Espacial Americana para a exploração do planeta Júpiter e responsável por descobertas muito importantes sobre outros corpos do sistema solar (como a observação da primeira lua em um asteroide e a colisão de um cometa com o planeta Júpiter).
6. Objetos provenientes de regiões que do espaço onde não encontram-se gravitacionalmente ligados a uma estrela. Podem incluir asteroides, ou cometas (ou exocometas), nuvens de gás molecular, poeira, etc.
7. Telescópio espacial da NASA inicialmente projetado para operar nos espectros visível e infravermelho.
8. Sonda espacial que foi enviada para exploração do planeta Saturno, chegando ao fim em 2017, quando realizou a última manobra que resultou em sua destruição ao entrar na atmosfera do planeta.
9. São objetos rochosos e metálicos que orbitam o Sol, mas muito pequenos para serem considerados planetas.
10. Segunda sonda espacial não tripulada norte-americana enviada ao espaço com objetivo de obtenção de dados sobre o planeta Júpiter. Lançada em 2011 pelo foguete Atlas V, foi a primeira sonda movida a energia solar a ser enviada ao espaço.
11. É a posição de maior aproximação da Terra ou qualquer outro astro em relação ao Sol considerando a órbita elíptica.
12. Nome dado ao asteroide A/2017 U1, pertencente a uma nova classe de objetos celestes (os de origem interestelar).

13. Região da esfera celeste agrupada em torno de asterismos<sup>45</sup>, padrões formados por estrelas importantes, *aparentemente* próximas umas das outras no céu noturno terrestre.
14. Unidade de medida de distância, que na Astronomia, que corresponde à distância percorrida pela luz, no vácuo, durante um ano, à velocidade de  $3 \cdot 10^8$  m/s.




---

<sup>45</sup> Um asterismo é um padrão reconhecível de estrelas no céu noturno da Terra. Ele pode fazer parte de uma constelação oficial ou ser composto por estrelas de mais de uma constelação. Como as constelações, os asterismos, em sua maioria, são compostos por estrelas que, embora estejam visíveis na mesma direção geral, não são fisicamente relacionadas e estão a distâncias da Terra significativamente diferentes. As formas geralmente simples e o pequeno número de estrelas fazem esses padrões facilmente identificáveis e, portanto, bastante úteis para aqueles aprendendo a se familiarizar com o céu noturno.

## REFERÊNCIAS

ARAUJO, I.S. **A teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, 2007. Texto adaptado de: Simulação e modelagem computacionais como recursos auxiliáveis no Ensino de Física Geral.** Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

BORGES, A.T., **Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências**, Cad. Brás. Ens. Fís., v. 19, n.3: p.291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio) – PCN+.** Brasília, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em 22 de outubro de 2018.

BRASIL. MEC/SEF (**Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais (Educação Fundamental) – PCN.** Brasília, 1997. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em 20 de outubro de 2018.

HEWITT, P. G., **Física Conceitual**, 11 ed., Porto Alegre: Bookman, 2011.

IACHEL, G. **O Conhecimento Prévio de Alunos do Ensino Sobre as Estrelas.** Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 12, p. 7-29, 2011

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. **Educação em Astronomia: repensando Formação de professores.** São Paulo: Escrituras, 2012. (Educação para a ciência, v.11).

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto **Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências Vol. 14, N° 3, 2014

MASSONI, N. T.; MOREIRA, M. A. **Visões Epistemológicas Contemporâneas. Formação de professores em Física – EAD.** Editora da Universidade Estadual de Maringá – 2012.

MOREIA, M. A., **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências.** 1.ed. Porto Alegre, 2009

MOREIRA, M.A. (2006a). **Mapas conceituais e diagramas V.** Porto Alegre: Ed. do Autor. 103 p.

MOREIRA, M.A. (2006b). **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília. 185p.

MOREIRA, M.A. (2011). **Teorias de aprendizagem.** 2ª ed. ampl. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária. 242p.

MOURÃO, R. R. F., **O Livro de Ouro do Universo.** 2ª ed., Rio de Janeiro, Editora Harper Collins Brasil – 2016.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. **Astronomia e Astrofísica.** 2º Edição, São Paulo: Editora Livraria da Física 2004.

PARO, V. H., **Educação como exercício do poder - crítica ao senso comum em educação.** Editora Cortez - São Paulo, 2008.

SANTANA, B., ROSSINO, C., PRETTO, N. L., **Recursos Computacionais Abertos – Práticas Colaborativas e Políticas Públicas,** 1.ed. São Paulo, 2012

WEINBERG, STEVEN – **Os Três Primeiros Minutos, Uma Análise Moderna da Origem do Universo.** Editora Gradiva – Lisboa, 1987

**APÊNDICE A – Gabaritos das listas de exercícios**  
**GABARITO LISTA 1**

Questão 1)

O módulo da força resultante é calculado fazendo a soma vetorial das forças envolvidas:

a)  $F_{Ra} = 10 \text{ N} - 5 \text{ N} = 5 \text{ N}$

c)  $F_{Rc} = 15 \text{ N} - 10 \text{ N} = 5 \text{ N}$

b)  $F_{Rb} = 15 \text{ N} - 10 \text{ N} = 5 \text{ N}$

d)  $F_{Rd} = 15 \text{ N} - 5 \text{ N} = 10 \text{ N}$

O módulo da aceleração resultante pode ser calculado aplicando diretamente a equação referente ao princípio fundamental da dinâmica:

Como:

$$F_R = m \cdot a$$

Temos que:

$$a = \frac{F_R}{m}$$

a) Como  $F_R = 5 \text{ N}$  e  $m = 5 \text{ kg}$ :

$$a_a = \frac{5}{5} = 1 \frac{m}{s^2}$$

c) Como  $F_R = 5 \text{ N}$  e  $m = 5 \text{ kg}$ :

$$a_c = \frac{5}{5} = 1 \frac{m}{s^2}$$

b) Como  $F_R = 5 \text{ N}$  e  $m = 10 \text{ kg}$ :

$$a_b = \frac{5}{10} = 0,5 \frac{m}{s^2}$$

d) Como  $F_R = 10 \text{ N}$  e  $m = 20 \text{ kg}$ :

$$a_d = \frac{10}{20} = 0,5 \frac{m}{s^2}$$

a) Organizando em ordem **decrecente** quanto ao módulo da força resultante:

$$F_{Ra}, F_{Rc} = F_{Rb} = F_{Rd}$$

b) Organizando em ordem **decrecente** quanto ao módulo da aceleração:

$$a_c = a_a, a_d = a_b$$

Questão 2)

~~i. Antes e depois da colisão com a porta, há uma força para a direita empurrando você contra a porta.~~

**INCORRETA, pois: O automóvel move-se em MRU, de modo que a força resultante sobre o passageiro é zero. Logo, antes da colisão não há força alguma sendo aplicada sobre o passageiro.**

ii. Em virtude de uma característica natural dos corpos manterem seu estado de movimento, ao que nós denominamos como Princípio da Inércia, você tem a tendência de continuar em linha reta, de modo que a porta, que está fazendo uma curva para a esquerda, exerce uma força sobre você para a esquerda, no.

**CORRETA, pois: Ao colidir contra o lado direito da porta, o passageiro exerce força para a direita, e de acordo com a terceira Lei de Newton, a porta deve exercer uma força de mesma intensidade, mesma direção e sentido oposto, portanto, ela exerce força para a esquerda.**

~~iii. Por causa da curva, sua tendência é cair para a esquerda.~~

**INCORRETA, pois: Devido à curva, a tendência é manter-se em movimento em linha reta.**

Assim a resposta correta está contida na **alternativa D**.

Questão 3)

Sabemos que se a nave espacial estiver livre de forças gravitacionais significativas do resto do Universo, a força resultante sobre ela é nula, desta forma ela irá descrever um MRU, de acordo com o Princípio da Inércia.

Da descrição matemática do MRU, temos que a velocidade, a distância percorrida e o tempo de duração do evento se relacionam pela equação:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t};(1)$$

Então:

$$\Delta x = v \cdot \Delta t(2)$$

Onde  $\Delta x$  é a distância percorrida pela nave.

A velocidade da nave pode ser calculada diretamente utilizando os dados do enunciado:

Se a nave percorre 600 km em 1 min, sendo que 1 min possui 60 s:

$$v = \frac{600km}{60s} = 10 \frac{km}{s}$$

Daqui em diante, basta convertermos as unidades de distância e tempo e aplicar a equação (2) para determinarmos as distâncias.

a) para  $t = 20$  s:

$$\Delta x = 10 \frac{km}{s} \cdot 20s = 200km = 200000m$$

b) para  $t = 1$  h

Convertendo para segundos:

$$t = 3600 \text{ s}$$

$$\Delta x = 10 \frac{km}{s} \cdot 3600s = 36000km = 36000000m$$

c) para  $t = 24$  h;

Convertendo para segundos:

$$t = 24 \times 3600 \text{ s} = 86400 \text{ s}$$

$$\Delta x = 10 \frac{km}{s} \cdot 86400s = 864000km = 864000000m$$

**Questão 4)** Sabemos que, de acordo com o princípio fundamental da dinâmica, a aceleração adquirida por um objeto é diretamente proporcional a força aplicada e inversamente proporcional a sua massa.

A resultante das forças é dada pela expressão:

$$F_R = m \cdot a(1)$$

a) Desprezando forças dissipativas, e considerando a situação ideal onde a força aplicada pelo Naruto seja a resultante sobre o corpo de Kauto, podemos aplicar a equação (1) utilizando os dados do enunciado.

Sendo:

$$m = 70 \text{ kg}$$

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

Então:

$$F_{NK} = 70kg \cdot 5 \frac{m}{s^2} = 350N$$

b) De acordo terceira Lei de Newton, sempre que um corpo exerce força sobre outro, este reage aplicando uma força de mesma intensidade, mesma direção, porém, sentido posto.

Sendo assim, a força de reação sobre o Naruto (força do Kabuto sobre o Naruto) é :

$$F_{KN} = -350N$$

c) Sabemos, das equações do MRU que a aceleração adquirida por um objeto é a medida da taxa de variação da velocidade do objeto em relação ao tempo:

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} (2)$$

Onde:

a = aceleração adquirida pelo corpo;

$\Delta v$  = variação da velocidade;  $\Delta v = v_{final} - v_{inicial}$

$\Delta t$  = variação do tempo;  $\Delta t = t_{final} - t_{inicial}$

De acordo com os dados do problema, a velocidade inicial do Kauto é igual a ZERO; o tempo de vôo é igual a 4 s. A aceleração do adquirida pelo lutador é de  $5 \text{ m/s}^2$ .

Dados:

$$a = 5 \text{ m/s}^2$$

$$v_{inicial} = 0$$

$$\Delta t = 4 \text{ s}$$

Então, aplicando a equação (2), temos que:

$$v_{final} = a \cdot \Delta t$$

Substituindo os valores:

## GABARITO LISTA 2

### Para Discutir e Resolver:

**Questão 1)** Uma pessoa possui, na superfície da Terra, ao nível do mar, uma massa de 48 kg. Sabendo-se que a aceleração da gravidade na superfície da Lua é cerca de seis vezes menor que na superfície da Terra, ao nível do mar, podemos afirmar, com relação a essa pessoa, que:

- a) ~~seu peso é o mesmo tanto na superfície da Lua quanto na superfície da Terra.~~
- b) ~~seu peso, na superfície da Lua, é aproximadamente 48 N.~~
- c) seu peso, na superfície na Lua, é aproximadamente 80 N.
- d) ~~sua massa, na superfície da Lua, é aproximadamente 80 kg.~~
- e) ~~sua massa, na superfície da Lua, é aproximadamente 384 kg.~~

Sabemos que o Peso é a força sobre um corpo devido a ação do campo gravitacional. Sabemos ainda que podemos calcular o peso de um objeto calculando o produto da massa do corpo pela aceleração local da gravidade:

$$P = m \cdot g(1)$$

Dados do problema:

$$m = 48 \text{ kg}$$

$$g_{\text{Terra}} = 10 \text{ m/s}^2$$

$$g_{\text{Lua}} = g_{\text{Terra}}/6$$

Sabemos ainda, que de acordo com o *princípio da equivalência entre massas* a massa da pessoa não muda quando ela se encontra na Lua.

O que muda é o *peso* em decorrência da mudança no valor do campo gravitacional.

O peso da pessoa na Terra é, então:

$$P = 48\text{kg} \cdot 10 \text{ m/s}^2 = 480\text{N}$$

Aplicando (1) calculamos o peso da pessoa na Terra. Com base nisso, podemos dizer que o peso da pessoa na Lua será *seis vezes menor*, pois o valor da aceleração da gravidade na superfície lunar é *seis vezes menor*.

Assim, o peso da pessoa na lua é:

$$P = \frac{480N}{6} = 80N$$

### Alternativa C

**Questão 2)** Uma menina pesa 400 N na superfície da Terra, onde se adota  $g = 10 \text{ m/s}^2$ . Se a menina fosse transportada para uma nave, onde a aceleração da gravidade é quatro vezes menor, a sua massa e seu peso seriam, respectivamente:

- a) ~~20 kg e 100 N.~~
- b) ~~20 kg e 200 N.~~
- c) ~~40 Kg e 400 N.~~
- d) ~~40 kg e 200 N.~~
- e) 40 kg e 100 N.

De forma similar à questão anterior, temos uma aplicação básica do princípio fundamental da dinâmica aplicado a campos gravitacionais. Neste caso, temos o *peso* da pessoa e não a *massa*. Temos o valor da aceleração local da gravidade e sabemos que a massa da pessoa permanecerá a mesma, pelo mesmo *princípio de equivalência de massas*.

Aplicando a equação (1) podemos determinar a massa da pessoa:

$$P = m \cdot g$$

Isolando  $m$ :

$$m = \frac{P}{g}$$

Então:

$$m = \frac{400N}{10 \text{ m/s}^2} = 40kg$$

$$m = 40kg$$

Aplicando (1) calculamos o a massa da pessoa na Terra, que deve ser igual a massa da pessoa no interior da nave. Assim, podemos dizer que a massa será igual a 40 kg e o

peso da pessoa será *quatro vezes menor*, pois o valor da aceleração da gravidade na nave é *quatro vezes menor*.

O peso da pessoa na nave é:

$$P = \frac{400N}{4} = 100$$

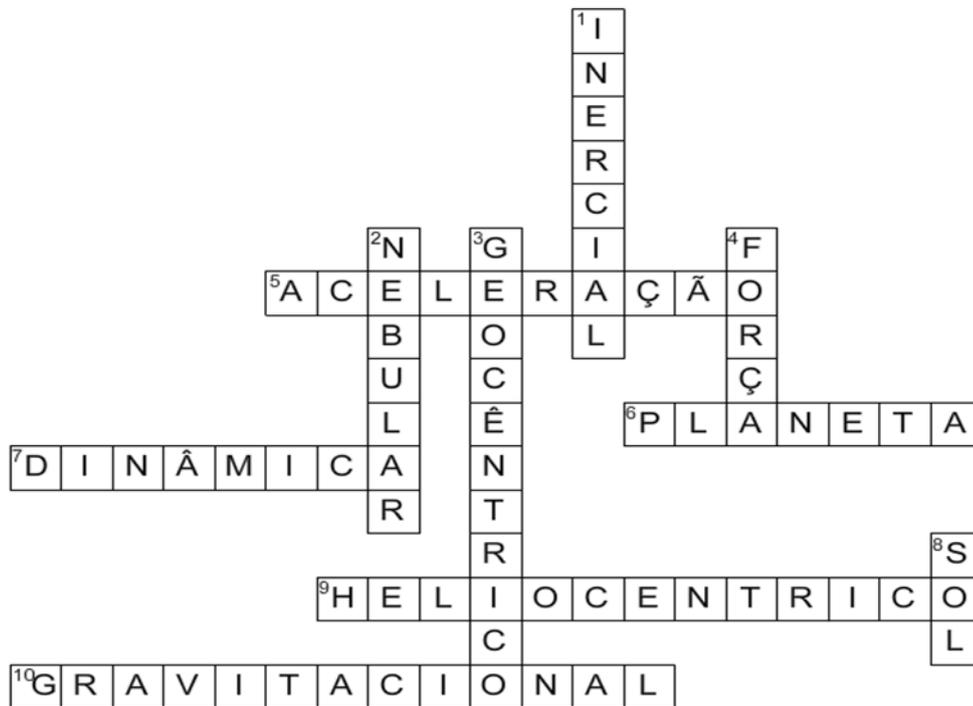
$$P = 100N$$

### Alternativa E

#### Questão 3) Com base no que estudamos preencha o quadro de Palavras Cruzadas:

- 1- A propriedade intrínseca da matéria, denominada massa INERCIAL, representa a natureza da matéria de manter o vetor velocidade constante. Quanto maior for a sua quantidade mais difícil é alterar o vetor velocidade de um corpo.
- 2- Teoria que sugere que o Sistema Solar teria se originado há cerca de 4,6 bilhões de anos a partir de uma vasta nuvem de gás e poeira .
- 3- Modelo teórico que buscava explicar a estrutura do Universo e que colocava o Sol como sendo o centro.
- 4- Ação Física com que causa deformações ou que altera o estado de repouso ou de movimento de um determinado objeto.
- 5- Medida da taxa de variação da velocidade em relação ao tempo de um objeto.
- 6- É um corpo celeste que orbita uma estrela ou um remanescente de estrela, com massa suficiente para se tornar esférico pela sua própria gravidade.
- 7- É a parte da mecânica que estuda o movimento dos corpos e suas causas.
- 8- É a estrela que ocupa o centro do sistema solar.
- 9- Modelo teórico que buscava explicar a estrutura do Universo e que colocava o Sol como sendo o centro.
- 10- A propriedade intrínseca da matéria, denominada de massa GRAVITACIONAL, representa a natureza da matéria de atrair outro corpo que possua massa.

## RESPOSTAS DA CRUZADINHA



### Questão Desafio:

Durante uma missão espacial, uma espaçonave sofre danos graves em seus sistemas de controle e propulsão 02 h após o início da missão (considere que a missão iniciou no instante em que a nave se libertou da influência do campo gravitacional do planeta de origem). Devido a ausência de interações gravitacionais significativas e de forças dissipativas, a espaçonave se mantém em movimento em linha reta com velocidade constante de 15 km/s. Por sorte o sistema de comunicação permanece intacto e os tripulantes conseguem emitir um pedido de resgate. Exatamente 12 h após o contato, a espaçonave responsável pelo resgate encontra-se na mesma distância relativa ao planeta (posição em que a primeira emitiu pedido de resgate) a uma velocidade de 20 km / s.

Determine:

- qual a distância percorrida, aproximadamente, pela primeira espaçonave nesse intervalo de tempo? **R: 756000 km**
- quanto tempo será necessário para que a segunda espaçonave alcance a primeira? **R: 151200 s ou 42 h**
- qual a distância percorrida pela nave de resgate até o momento do encontro? **R: 3024000 km**

*Obs. Para simplificar os cálculos, desconsidere o tempo necessário para a emissão e recepção do sinal de comunicação.*

## LISTA 3<sup>46</sup>

### Questões de revisão sobre Sistema Solar.

#### Questão 1 - Qual é o planeta mais distante do Sol?

- a. Terra
- b. Urano
- c. Netuno
- d. Plutão
- e. Vênus

#### Questão 2 - Entre quais planetas se encontra o cinturão de asteróides?

- a. Marte e urano
- b. Júpiter e Saturno
- c. Terra e Marte
- d. Netuno e Urano
- e. Júpiter e Marte

#### Questão 3 - Assinale quais são os planetas que compõem o Sistema Solar e determine a soma correspondente:

- |             |              |              |
|-------------|--------------|--------------|
| (2)Ceres    | (12)Mercúrio | (22)Saturno  |
| (4)Makemake | (14)Vênus    | (24)Urano    |
| (6)Haumea   | (16)Terra    | (26)Netuno   |
| (8)Lua      | (18)Marte    | (28)Plutão   |
| (10)Éris    | (20)Júpiter  | (     ) SOMA |

#### Questão 4 - Qual é o planeta mais próximo do Sol?

- a. Terra
- b. Júpiter
- c. Marte
- d. Mercúrio
- e. Urano

#### Questão 5 - Os anéis são características de quais planetas?

- a. Júpiter, Saturno, Urano e Netuno
- b. Saturno, Urano, Plutão e Terra
- c. Júpiter , Saturno, Marte e Urano
- d. Terra, Marte, Vênus e Saturno
- e. Urano, Saturno, Marte e Netuno

---

<sup>46</sup> Adaptado a partir do material disponível em: <http://astro.if.ufrgs.br/planetas/qplanetas.htm> e <https://exercicios.brasilecola.uol.com.br/exercicios-geografia/exercicios-sobre-sistema-solar.htm>

**Questão 6 - Os planetas terrestres são:**

- a. grandes, massivos, densos e sólidos
- b. pequenos, pouco massivos, densos e sólidos
- c. pequenos, pouco massivos, pouco densos e gasosos
- d. grandes, massivos, pouco densos e gasosos

**Questão 7 - Os planetas gasosos (ou jovianos) são:**

- a. grandes, massivos, densos e sólidos
- b. pequenos, pouco massivos, densos e sólidos
- c. pequenos, pouco massivos, pouco densos e gasosos
- d. grandes, massivos, pouco densos e gasosos

**Questão 8 - Relacione as colunas quanto a classificação dos astros do sistema solar.**

<u>Coluna 1</u>	<u>Coluna 2</u>
(1) Planetas	( ) Terra
	( ) Mercúrio
	( ) Plutão
	( ) Marte
(2) Planetas Anões	( ) Ceres
	( ) Júpiter
	( ) Éris
	( ) Makemake
(3) Satélite Natural	( ) Urano
	( ) Lua
	( ) Hydra

**Questão 9 - Sobre o sistema solar, assinale V para verdadeiro e F para falso.**

- 1. ( ) O Sol compõe a maior parte da matéria de seu sistema solar.
- 2. ( ) Todos os planetas do sistema solar realizam o movimento de translação.
- 3. ( ) Plutão foi rebaixado para a categoria de “Planeta Anão” apenas por ser muito pequeno.
- 4. ( ) O sistema solar é composto por oito planetas, quatro deles rochosos e quatro gasosos.
- 5. ( ) O maior planeta do sistema solar é Júpiter.
- 6. ( ) Os dois planetas mais próximos da Terra são Marte e Júpiter.
- 7. ( ) A lua terrestre é o único satélite natural do sistema solar.
- 8. ( ) Apenas o planeta Terra apresenta água em seu estado líquido em todo o sistema solar.

**Questão 10** - Suponha que você se encontra em um planeta fictício cuja massa é a mesma da Terra, mas cujo raio é três vezes maior. O seu peso nesse planeta, comparado com o seu peso na Terra, será:

- a) 9 vezes menor    b) 3 vezes menor    c) O mesmo    d) 9 vezes maior    e) 3 vezes maior

### GABARITO LISTA 3

#### Questões de revisão sobre Sistema Solar.

**Questão 1 – Alternativa C**

**Questão 2 – Alternativa E**

**Questão 3 - São os planetas que compõem o Sistema Solar :**

<del>(2)Ceres</del>	(12)Mercúrio	(22)Saturno
<del>(4)Makemake</del>	(14)Vênus	(24)Urano
<del>(6)Haumea</del>	(16)Terra	(26)Netuno
<del>(8)Lua</del>	(18)Marte	<del>(28)Plutão</del>
<del>(10)Éris</del>	(20)Júpiter	(152) SOMA

**Questão 4 – Alternativa D**

**Questão 5 – Alternativa A**

Obs.: Embora Saturno seja o planeta cujos anéis sejam mais evidentes, TODOS os planetas gasosos possuem sistemas de anéis.

**Questão 6 – Alternativa B**

Os planetas terrestres se encontram nas órbitas mais internas do sistema Solar e possuem pouca massa, se comparado aos planetas gasosos, são mais densos devido a composição química e possuem raios muito menores se comparados aos planetas Jupter, Saturno, Urano e Netuno.

**Questão 7 – Alternativa D.** Ao contrário dos planetas terrestres, os planetas gasosos são grandes, possuem muita massa porém, baixa densidade, por terem a maior parte de sua massa composta por elementos mais leves.

**Questão 8 – A relação entre as colunas é:**

Coluna 1	Coluna 2
(1) Planetas	(1) Terra (1) Mercúrio (2) Plutão (1) Marte
(2) Planetas Anões	(2) Ceres (1) Júpiter (2) Éris (2) Makemake
(3) Satélite Natural	(1) Urano (3) Lua (3)Hydra

**Questão 9 - Sobre o sistema solar, assinale V para verdadeiro e F para falso.**

1. (V) O Sol compõe a maior parte da matéria de seu sistema solar.
2. (V) Todos os planetas do sistema solar realizam o movimento de translação.
3. (F) Plutão foi rebaixado para a categoria de “Planeta Anão” apenas por ser muito pequeno.
4. (V) O sistema solar é composto por oito planetas, quatro deles rochosos e quatro gasosos.
5. (V) O maior planeta do sistema solar é Júpiter.
6. (F) Os dois planetas mais próximos da Terra são Marte e Júpiter.
7. (F) A lua terrestre é o único satélite natural do sistema solar.
- \*8. (V) Apenas o planeta Terra apresenta água em seu estado líquido em todo o sistema solar.  
\* Sabe-se que luas como Encélado e Titã, de Saturno, e também por baixo da crosta de três satélites de Júpiter: Ganímedes, Calisto e Europa; possuem água em seu estado líquido. Estima-se, até, que possam abrigar vida de micro-organismos. Mas, dos planetas do sistema solar, existem evidências que apontam apenas para a Terra. Observa-se água congelada nas calotas polares de Marte, mas, devido a questões evolutivas da composição atmosférica do planeta, não seria possível que houvesse água líquida da superfície.

**Questão 10 – Alternativa B**

Sabe-se que a força gravitacional é dada pela expressão:

$$F_G = \frac{M \cdot m}{R^2} \cdot G(1)$$

Onde:

G = constante da gravitação Universal

M = massa do planetas

m = é a massa da pessoa

R = distância entre os centros de massa do sistema

Sabemos ainda que a força exercida pelo campo gravitacional, depende da aceleração local da gravidade, que por sua vez, depende da posição relativa ao centro. Como a força gravitacional é inversamente proporcional ao quadrado da distância, e sabendo que as massas e consequentemente o produto entre elas não se altera, podemos dizer que se aumentado três vezes o raio, a força diminuirá nove vezes.

## Assim é o asteroide Oumuamua, “o mensageiro que chegou primeiro”

<sup>47</sup>Peça do espaço interestelar, algo nunca visto, passou raspando pela Terra e está indo embora do Sistema Solar.

28/11/2017



Recriação do asteroide Oumuamua, de médio quilômetro de longitude. / ESO

Quem leu *Encontro com Rama*, de Arthur C. Clarke (1973), experimentou uma sensação de *dejà-vu* nos últimos dias. Para quem não conhece, o enredo do romance se situa em meados do século XXII e narra o descobrimento e exploração de uma imensa nave extraterrestre que entra no Sistema Solar. É um cilindro oco, habitado em seu interior, de 20 quilômetros de largura por 50 de comprimento. Rama, como se chama o artefato, chega do espaço interestelar<sup>48</sup>, e não de outro planeta do Sistema Solar, e não demonstra o mínimo interesse pelo nosso mundo. De fato, ignora completamente a Terra antes de acelerar para um novo destino extragaláctico.

---

<sup>47</sup> A notícia pode ser acessada pelo link:

[https://brasil.elpais.com/brasil/2017/11/22/ciencia/1511369926\\_714706.html?rel=str\\_articulo#1512681557316](https://brasil.elpais.com/brasil/2017/11/22/ciencia/1511369926_714706.html?rel=str_articulo#1512681557316)

<sup>48</sup> Referente ao meio interestelar. Link para consulta: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Meio\\_interestelar](https://pt.wikipedia.org/wiki/Meio_interestelar)

Milhares de astrônomos e aficionados devem ter recordado esse argumento nas últimas semanas. No livro, Rama é detectado por um sistema automático de localização de asteroides, para evitar a repetição de uma catástrofe como a que acarretou a fictícia destruição de Veneza pelo impacto de um meteoro; pois bem, em 19 de outubro deste ano, um telescópio robótico do Havaí, dedicado precisamente a localizar pequenos corpos celestes próximos da Terra, descobriu o que parecia ser um novo cometa entre as órbitas da Terra e Marte.

O recém-chegado não desenvolveu cauda, e em poucos dias foi reclassificado simplesmente como um asteroide sem maior interesse. Mas as surpresas começaram ao calcular os parâmetros da sua órbita.

Quando foi descoberto, o asteróide já tinha passado por seu periélio (o ponto mais próximo do Sol) e estava em órbita de saída, afastando-se da nossa estrela. Ninguém o vira chegar. Mas sua velocidade não deixava dúvidas: provinha do espaço interestelar. E a ele voltaria numa viagem cuja duração se mede em centenas de milhares, ou mesmo centenas de milhões de anos.

**Em 19 de outubro, um telescópio robótico do Havaí, dedicado a localizar pequenos corpos celestes próximos da Terra, descobriu o que parecia ser um novo cometa entre as órbitas da Terra e Marte.**

Algumas poucas observações e muitos cálculos permitiram estabelecer que sua trajetória original vinha aproximadamente da direção de Vega, uma estrela jovem, na constelação da Lira, onde não há planetas conhecidos (outra coincidência: o romance *Contato*, de Carl Sagan, depois levado ao cinema, punha nessa mesma estrela a origem da misteriosa mensagem extraterrestre. Talvez por sua relativa proximidade de nós: só 25 anos-luz).

Convém esclarecer que é muito improvável que esse asteroide tenha realmente sua origem nos arredores de Vega. Há cerca de oitocentos mil anos, quando se calcula que estava à distância em que se encontra Vega, essa estrela nem sequer tinha chegado à posição que hoje ocupa.

Recebeu o anódino nome A/2017 U1, uma denominação nova, que inaugurava uma classe inédita na classificação de objetos celestes: os “interestelares<sup>49</sup>”. A equipe responsável pelo descobrimento tinha o direito de batizá-lo de um jeito mais atrativo. E escolheu uma palavra em idioma havaiano, “Oumuamua”, que significa “o mensageiro que chegou primeiro”.

Na sua aproximação, deslocava-se a 100.000 quilômetros por hora; essa cifra triplicou no momento do seu trânsito. Porque passou incrivelmente perto, entrando fundo na órbita de Mercúrio. Isto provocou uma acentuada mudança de trajetória, de quase 300 graus, o que o punha na direção da constelação de Pégaso.

---

<sup>49</sup> Link com dados sobre a definição deste tipo de objeto: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Objeto\\_interestelar](https://pt.wikipedia.org/wiki/Objeto_interestelar)

Alterações de rumo como essa são comuns em sondas interplanetárias, sobretudo as dirigidas para aos planetas exteriores. As naves Galileo<sup>50</sup>, Cassini<sup>51</sup> e Juno<sup>52</sup>, para citar alguns exemplos recentes, utilizaram essa manobra, chamada de “assistência gravitacional”, para ajustar seu rumo e sua velocidade com relação a seus alvos. Postos a fantasiar, se Oumuamua fosse um objeto artificial, seus construtores não poderiam tê-lo feito melhor para ajustar sua trajetória a outro destino.

A essas velocidades, é claro que estaria por pouquíssimo tempo ao alcance dos telescópios, então vários observatórios se apressaram em analisar suas características. Entre eles o de Roque de los Muchachos, na ilha de La Palma (arquipélago das Canárias, Espanha), que conseguiu fotografá-lo no fim de outubro: um simples ponto luminoso frente a uma floresta de estrelas que parecem se mover devido à exposição. E também o seguiam vários telescópios gigantes na América do Sul e Havaí, além dos telescópios espaciais Hubble<sup>53</sup> (no espectro visível) e Spitzer<sup>54</sup> (no infravermelho)

A curva de luz, ou seja, as variações de brilho ao girar sobre si mesmo, apontava outra surpresa: não era de forma esferoide nem irregular, e sim alongada, como um charuto. E vai dando cambalhotas ao redor de seu eixo transversal (o mais curto: coisas do impulso de inércia).

Seu dia – deduzido por essas variações – dura cerca de sete horas. Assumindo que tenha uma superfície escura como a de outros asteroides, estima-se um comprimento de pouco menos de 500 metros por uma largura entre 50 e 62. É muito menor, por exemplo, que o cometa 67P,

---

<sup>50</sup> Sonda espacial cuja missão principal foi a exploração de Júpiter orbitando o planeta por oito anos até ser encerrada com seu lançamento contra a atmosfera do planeta no ano de 2013. Link para consulta: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileo\\_\(sonda\\_espacial\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Galileo_(sonda_espacial))

<sup>51</sup> Sonda espacial enviada em uma parceria entre a NASA e a ESA. Link disponibilizado na matéria: [https://brasil.elpais.com/brasil/2017/09/15/ciencia/1505457033\\_564233.html](https://brasil.elpais.com/brasil/2017/09/15/ciencia/1505457033_564233.html) link disponibilizado na matéria:

<sup>52</sup> Juno é a segunda sonda espacial enviada com objetivo de explorar o planeta Júpiter. Foi lançada em 2011 e entrou em órbita polar em relação ao planeta em 2016. Foi também a primeira nave movida a energia solar enviada ao espaço. Link para consulta: [https://pt.wikipedia.org/wiki/Juno\\_\(sonda\\_espacial\)](https://pt.wikipedia.org/wiki/Juno_(sonda_espacial))

<sup>53</sup> Telescópio espacial lançado pelo ônibus espacial Discovery em abril de 1990. Link para acesso a informações sobre o telescópio: <http://hubblesite.org/images/gallery> ou [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/hubble/main/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/hubble/main/index.html)

<sup>54</sup> Telescópio espacial da NASA cujo objetivo central é captar imagens a partir da detecção de radiação infravermelha. Dados oficiais podem ser acessados em: <http://www.spitzer.caltech.edu/images>

visitado há alguns anos pela sonda Rosetta<sup>55</sup>. Entre meio milhão de objetos cósmicos atualmente sob vigilância, nunca os cientistas haviam visto nada com um formato semelhante. Outra vez as comparações com o fictício Rama parecem inevitáveis.

A análise espectroscópica da sua luz aponta, além disso, para um predomínio dos baixos comprimentos de onda: Oumuamua tem um tom avermelhado. Talvez seja a consequência das mudanças em seus minerais devido ao bombardeio de radiação cósmica durante a sua longuíssima odisseia no espaço. Mas também há quem opine que, se for para construir uma nave interplanetária, nada impede que seja pintada de vermelho.

Para completar as semelhanças com Rama, só faltaria que Oumuamua fosse oco. Mas não é o caso. O mais provável é que seja composto por rocha sólida, e não por refugos aglomerados, como alguns cometas. Tem que ser assim para poder ter resistido às forças de maré provocadas por uma passagem tão próxima do Sol, e também à sua própria força centrífuga; ambos os fatores tendem a fragmentá-lo.

***Houve propostas de construir com a máxima pressa uma sonda que pudesse caçar e investigar detalhadamente o asteroide antes que ele desapareça. Ou inclusive depositar nele algum instrumento científico. Embora o tempo seja muito apertado, há quem diga que talvez fosse possível tentar. Até agora, o recorde de velocidade cabe a duas sondas alemãs Helios, que, ao passarem pelo periélio, alcançaram os 250.000 km/h. É quase como o Oumuamua. Mas não o suficiente, claro.***<sup>56</sup>

Como todos os cometas em trajetória de saída, o Oumuamua foi perdendo velocidade, embora ainda se mantenha acima dos 25 quilômetros por segundo. Nesse ritmo, no primeiro semestre de 2018 passará à distância de Júpiter, e em 2019 estará na altura de Saturno. Para alcançá-lo, qualquer veículo que pudesse ser lançado agora (caso estivesse disponível) teria que ir muito mais rápido do que qualquer outro artefato já construído pelos humanos. E, ao chegar ali, a não ser que sejam usados complexos sistemas de manobra, o encontro só duraria uma fração de segundo.

Sem dúvida, Arthur Clarke teria se divertido com esta nova descoberta. Afinal de contas, duas de suas profecias se cumpriram ou estão a caminho: os satélites de comunicações e a possibilidade de vida em Europa, uma lua de Júpiter. Por que Rama não poderia ser a terceira?

---

<sup>55</sup> Sonda espacial lançada pela Agencia Espacial Europeia cuja missão era coletar dados sobre o cometa 67P. Link sugerido pela matéria: <https://brasil.elpais.com/tag/rosetta/a>

<sup>56</sup> Embora o texto da matéria publicada tenha sido mantido integralmente, alguns pontos sofreram alteração de configuração de modo a ganhar destaque em futuras leituras deste material. Da mesma forma alguns elementos do texto que inicialmente possuíam hyperlinks de direcionamento, foram acrescidos de notas de rodapé.

