



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA – U.E.P.B**  
**CENTRO DE CIENCIAS E TECNOLOGIA- C.C.T.**  
**DEPARTAMENTO DE FISICA – D.F.**  
**CURSO DE FÍSICA**

**SATÉLITES GALILEANOS: AS OBSERVAÇÕES DE GALILEO GALILEI DAS  
LUAS DE JÚPITER COMO PROPOSTA DE ENSINO DE ASTRONOMIA**

**THALISSON ALVES GOUVEIA**

**CAMPINA GRANDE-PB**

**2017**

SATÉLITES GALILEANOS: AS OBSERVAÇÕES DE GALILEO GALILEI DAS LUAS  
DE JÚPITER COMO PROPOSTA DE ENSINO DE ASTRONOMIA

THALISSON ALVES GOUVEIA

Artigo de Conclusão de Curso orientado pela Prof<sup>ª</sup>.  
Dr<sup>ª</sup>. Ana Paula Bispo da Silva, apresentado ao Curso  
de Física da Universidade Estadual da Paraíba como  
pré-requisito para a obtenção do grau de Licenciado  
em Física.

Campina Grande - PB

2017

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

G719s Gouveia, Thalisson Alves.  
Satélites Galileanos [manuscrito] : As observações de Galileo Galilei das luas de Júpiter como proposta de ensino de astronomia / Thalisson Alves Gouveia. - 2017.  
26 p.

Digitado.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.  
"Orientação: Profa. Dra. Ana Paula Bispo, Departamento de Física".

1. Galileo Galilei. 2. Luas de Júpiter. 3. Astronomia. 4. Ensino de Física. I. Título.

21. ed. CDD 520



THALISSON ALVES GOUVEIA

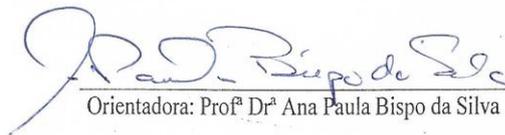
SATÉLITES GALILEANOS: AS OBSERVAÇÕES DE GALILEO GALILEI DAS  
LUAS DE JÚPITER COMO PROPOSTA DE ENSINO DE ASTRONOMIA

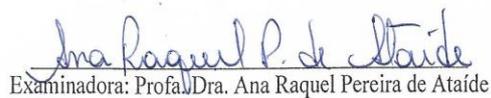
Artigo apresentado à Coordenação de Física  
como requisito parcial para a obtenção do  
título de licenciado em física, pela  
Universidade Estadual da Paraíba.

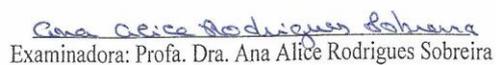
Área de concentração: História e Filosofia da  
ciência

Aprovada em: 30/01/2017.

BANCA EXAMINADORA

  
Orientadora: Profª Drª Ana Paula Bispo da Silva

  
Examinadora: Profa. Dra. Ana Raquel Pereira de Ataíde

  
Examinadora: Profa. Dra. Ana Alice Rodrigues Sobreira

## DEDICATÓRIA

*A meus pais que foram companheiros em todas as horas, a meu filho, a minha esposa pela paciência e ajuda em momentos difíceis deste trabalho e aos professores de cada disciplina deste curso. Agradeço pela compreensão e apoio de todos, meu muito obrigado.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus pelo fôlego de vida e sua permissão na realização do meu sonho acadêmico. Aos meus pais, por serem a raiz da minha existência aos quais levo o suor dos seus sobrenomes para um formando em física numa instituição tão importante.

A orientadora Prof<sup>a</sup>. Dra. Ana Paula Bispo, braço amigo de todas as etapas deste trabalho e que pode me orientar sem estabelecer tempo nem critérios, esclarecendo minhas dúvidas relacionadas a este trabalho e todo processo deste momento marcante em minha carreira e vida, a minha esposa e filho pela paciência, força e pela vibração no sucesso desta jornada.

Aos amigos e colegas, pela torcida e comemoração sempre que ultrapassava etapas importantes deste trabalho, aos colegas de curso, pois juntos trilhamos uma etapa importante de nossas vidas.

Aos coordenadores do curso que se dispuseram sempre em me ajudar com toda a preparação de apresentação deste trabalho e conclusão do curso. A oportunidade veio em momentos difíceis, mas segurei com determinação, não foi fácil, chorei, sofri e pensei que não alcançaria meus objetivos diante deste curso, porém a cada dia os obstáculos que enfrentava, estes vinham como incentivo para derrubar as muralhas e ultrapassar além dos meus limites, com fé em Deus e ajuda de todos “ Eu Venci”.

## **EPÍGRAFE**

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria,  
e o conhecimento do Santo é prudência”.

Provérbios 9.10

## RESUMO

Na presente monografia discutimos algumas observações e dados astronômicos obtidos por Galileo Galilei realizadas com sua luneta. Tentamos fazê-lo de uma forma didática para, através desta discussão, entender o mundo à nossa volta e sua importância no ensino de física. No seu estudo astronômico, Galileo desenvolveu alguns trabalhos sobre a importância de conhecer os astros e seus movimentos, e com isso contribuiu para o conhecimento atual da astronomia e suas leis até hoje. Este tema foi escolhido devido à grande necessidade por parte de interessados no ensino de gravitação e leis do movimento planetário em encontrar um material estruturado que permeia a discussão sobre os modelos matemáticos de Ptolomeu, Copérnico, Thomas Harriot, Johannes Kepler, Galileo e outros filósofos importantes da época. Partimos do pressuposto que o estudo dos trabalhos acerca dos movimentos celestes e suas consequências físicas permitem uma reflexão sobre as concepções científicas, históricas, sociais e políticas da época. Objetivando analisar os trabalhos de Galileo, acerca da astronomia observada por seus telescópios, trazemos um diálogo que instigue o debate em sala de aula e consequentemente chame a atenção dos alunos, mostrando como a ciência se desenvolveu durante alguns momentos históricos. Para tanto foram analisados trechos da obra de Galileo “O mensageiro das estrelas”, tendo em vista que esse tema desperta a curiosidade dos alunos do ensino médio acerca da origem do universo e consequentemente a origem da vida, e das leis que regem o movimento planetário.

Palavras chaves: Galileo Galilei, luas de Júpiter, história da ciência.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>O TELESCÓPIO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A “CIÊNCIA MODERNA” 11</b>	
<b>3</b>	<b>JÚPITER E OS SATÉLITES GALILEANOS .....</b>	<b>16</b>
<b>4</b>	<b>LUAS DE JUPÍTER: UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA.....</b>	<b>18</b>
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>

# 1 INTRODUÇÃO

O estudo do universo, das “coisas extraterrenas”, sempre despertou a curiosidade do homem no decorrer da história. Nenhum outro ramo do conhecimento tem estado, desde a Antiguidade, tão ligado ao desenvolvimento do pensamento humano quanto a Astronomia. Esses conhecimentos envolvem, além da matemática e da física, as habilidades de fazer e interpretar observações, além da utilização da imaginação e da criatividade, chamando a atenção das pessoas em qualquer faixa etária. Além disso, estes conteúdos fazem parte da matriz curricular proposta pelos Parâmetros curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Fundamental e Médio (BRASIL, 2000).

Neste trabalho almejamos trilhar um caminho histórico através de revisões bibliográficas de um dos mais importantes filósofos naturais, Galileo Galilei (1564-1642), e construir um material didático com abordagem histórica para o ensino de conteúdos de astronomia na Educação Básica. Tendo como alvo, facilitar o ensino mediado pela História da Ciência para alunos do Ensino Fundamental e Médio, visando à compreensão do conhecimento científico como resultado de uma construção social.

No Ensino Fundamental é priorizada a compreensão da natureza como um processo dinâmico em relação à sociedade segundo as Competências requeridas pelos PCN+(Brasil,2000), em que a astronomia e suas leis do movimento planetário podem sugerir em seus elementos, além de um forte conhecimento histórico de todo esse processo. Já no ensino médio, valorizam-se mais os conhecimentos abstratos, priorizando as rupturas no processo de desenvolvimento das ciências, além da compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, resolver problemas, planejar, avaliar as interações homem-natureza e desenvolver modelos explicativos para sistemas tecnológicos.

A História da Ciência tem sido útil como abordagem de ensino, pois o conhecimento das teorias do passado pode ajudar a compreender as concepções dos estudantes do presente, além de também constituir conteúdo relevante do aprendizado. Alguns episódios históricos em torno de Galileo e suas observações são utilizados para despertar a atenção e a curiosidade dos leitores acerca da Física e até em livros didáticos o assunto é abordado. Em alguns casos, o episódio histórico é distorcido, enfatizando a linearidade da ciência, baseada em descobertas e induções simples; uma visão que a moderna historiografia da ciência alega ser equivocada sobre o que é a ciência e como foi

criada e que pode levar alunos e até mesmo professores a interpretar erroneamente estudos relacionados.

Mostraremos o resultado das contribuições dadas por alguns filósofos naturais a respeito dos estudos astronômicos, muitos dos quais desconhecidos popularmente e de que forma puderam influenciar nos trabalhos de Galileo acerca das luas de Júpiter. Pretende-se que esta discussão possa levar o aluno de ensino médio a construir relações físicas, matemáticas e sociais, compreendendo resultados que influenciaram a sociedade da época e que levaram a uma mudança no pensamento científico.

## 2 O TELESCÓPIO E SUAS CONTRIBUIÇÕES PARA A “CIÊNCIA MODERNA”

No início do século XVII, a física de Aristóteles (384-322 a.C.) era tomada como verdade definitiva para grande parte dos filósofos e ao contrariar seus dogmas, negava-se a lógica e a cultura em seu tempo. Assim como para a maioria dos filósofos da antiguidade, é difícil saber com fidelidade os dados biográficos de Aristóteles. Pode-se afirmar que viveu em torno do século IV a. C. entre a Macedônia e a Grécia, e escreveu sobre vários temas, como Metafísica, zoologia, anatomia e fisiologia. O que nos interessa aqui é sua concepção de mundo e a composição do movimento, as quais estão tratadas na sua obra sobre Metafísica (OWEN, 2007, p. 91). Aristóteles descreve o Cosmo como um enorme e finito círculo onde existem nove esferas concêntricas girando em torno da Terra, que se mantêm imóvel no centro delas. Em seu modelo, que era baseado no modelo dos gregos da idade média em que a Terra ocupava o centro do Universo, os demais “planetas”, o Sol, a Lua e as demais estrelas ficavam incrustadas em esferas que giram em torno da Terra. Para manter uma boa descrição do movimento retrógrado dos planetas, esse modelo matemático dispunha de 54 esferas, com eixos, diâmetros e velocidades de rotação diferentes. Para este modelo geocêntrico, com a Terra imóvel, o movimento dos corpos poderia ser de três formas: para cima, para baixo ou circular. Os movimentos para cima e para baixo estavam relacionados aos quatro elementos naturais que comporiam todo e qualquer corpo presente no mundo infra lunar: água, ar, terra e fogo. Já o movimento circular, por sua perfeição, era restrito aos corpos presentes no mundo supralunar, ou seja, os corpos celestes, que seriam compostos por um quinto elemento imponderável, o éter. (MARTINS, 2012, p. 89)

Apesar deste modelo atender satisfatoriamente as observações dos céus até então e também atender aos fenômenos de movimento de corpos, foi alvo de questionamentos bem antes de Copérnico e Galileo. Cerca de 200 anos antes do sistema copernicano, Aristarco de Samos (310-230 a.C.), formulou um modelo de cosmo heliocêntrico, desenvolvendo um método para determinar as distâncias relativas do Sol e da Lua à Terra e mediu os tamanhos relativos da Terra, do Sol e da Lua, usando métodos geométricos. Citações de Plutarco e Arquimedes descreveram que seu modelo supunha que os planetas giravam em círculos, e não em elipses, citados por Aristarco que já usava a distância

entre terra e lua, o que demonstra o raciocínio e interesse nesses estudos da época, e com isso a utilizou para obter os diâmetros desejados. Como o diâmetro do Sol era muito superior ao da Terra, Aristarco entendeu que seu lugar deveria ser ao centro do cosmo (MARTINS, 2012, p. 94)

Ptolomeu (séc. II d. C), posteriormente fez uso deste modelo e o adequou ao conceito de epiciclos, proposição usada para modelos matemáticos ao qual o modelo geocêntrico era a base. Nesse modelo a Terra continuava no centro do Universo, com o Sol girando em torno dela. Os demais planetas giram em torno de um ponto que, por sua vez, gira em torno da Terra. Esse modelo trouxe alguns resultados que explicavam porque os planetas exteriores são mais brilhantes durante o movimento retrógrado, explicava as mudanças de posição, a ocorrência do movimento retrógrado e particularmente era conveniente com a matemática e filosofia da religião da idade média, a qual o sistema social determinava. Além de satisfazer as observações que já existiam, o modelo de Ptolomeu admitia as ideias de Aristóteles quanto ao movimento dos corpos, já que mantinha a Terra no centro (MARTINS, 2012, p. 95)

Devido à sua capacidade explicativa e preditiva, o modelo de Ptolomeu ultrapassou os séculos. No século XVI ele atendia perfeitamente as observações dos céus realizadas por vários astrônomos, como, por exemplo, Tycho Brahe (1546-1601). Assim, o modelo criado por Nicolau Copérnico (1473-1543), em que o Sol ficava no centro de um conjunto de epiciclos e quadrantes, não foi aceito quando da sua comunicação. Além de manter os epiciclos de Ptolomeu, Copérnico ainda acrescentou alguns para manter a Terra estática e explicar os movimentos retrógrados de corpos celestes. O modelo de Copérnico era matematicamente muito coerente, mas mantinha as dificuldades associadas aos vários epiciclos, admitia um ponto central para o cosmo que não era o centro da órbita e não correspondia à física de Aristóteles. Portanto, sua aceitação envolvia rever várias concepções sobre o universo, sua criação e também em relação ao funcionamento da natureza (MARTINS, 2012, p. 96). Sendo assim, o rompimento com o sistema ptolomaico só poderia acontecer quando houvesse uma nova forma de estudar a natureza, o que foi ocorrer com a criação dos telescópios.

Não há um consenso sobre o inventor das primeiras lunetas. O que se conhece é que o conhecimento para a construção de lentes e óculos já era bem estabelecido nos países islâmicos desde o século X. Com a invasão da Europa pelos povos muçulmanos, esse conhecimento foi espalhado e iniciou-se a construção de lunetas para a observação

de navios e segurança dos portos. Assim, no século XVII, quando três fabricantes holandeses, Hans Lippershey (1570-1619), Zacharias Janssen (1580-1638) e Jacob Metius (1571-1630) - tentaram patentear sua construção, já eram conhecidas as técnicas necessárias para isso.

Galileo tomou conhecimento do novo equipamento em 1609, quando era professor na Universidade de Pisa. Inicialmente Galileo buscou construir sua própria luneta utilizando um tubo de chumbo, uma lente côncava como ocular e outra lente convexa como objetiva (OLIVEIRA e SILVA, 2012)<sup>1</sup>. Depois foi aperfeiçoando as lentes, sem conhecimentos de leis de óptica, até obter lunetas que permitiam enxergar a distâncias cada vez maiores e com maior visibilidade.

Em novembro de 1609, tinha conseguido um telescópio com ampliação da ordem de vinte vezes em aproximação, no início de 1610, dispunha já de telescópios com ampliação de trinta vezes, que num dos seus trabalhos mais relevantes, Sidereus Nuncius classifica de “excelentes” e que diz ter, construído sem olhar a canseiras nem despesas. Com melhores instrumentos, Galileo começou a fazer observações do céu que puderam ser relevantes para o pensamento heliocêntrico se consolidar. Ao adquirir prática na construção e precisando aumentar sua renda, Galileo passou a fabricar lunetas, vendendo alguns exemplares a autoridades e de interessados, exaltando seu uso militar e para fins de pesquisa (CAMENIETZKI, 2009).

Galileo não tinha conhecimento das teorias ópticas envolvendo os telescópios e sua formulação e trabalhava com tentativa e erro. Uma formulação das leis da óptica e a consequente construção de telescópicos com maior campo de visão é atribuída a Johannes Kepler (1571-1630) que desenvolveu imagens reais e virtuais criando um telescópio com duas lentes convexas para uma melhor ampliação das imagens um passo importante para esse melhoramento. Consciente de que outros facilmente fariam telescópios de qualidade comparável às dos que então dispunha, concentrou-se em melhorar apreciavelmente a qualidade dos seus instrumentos.

Com o aperfeiçoamento da luneta, o matemático Thomas Harriot (1560-1621), fez observações da lua e registrou que a mesma era composta por relevos, por volta de 26 julho de 1609. No intermédio de novembro a dezembro de 1609 Galileo fez observações e desenhos da superfície da lua e publicou no ano seguinte trabalhos que tinham

<sup>1</sup> Disponível em <https://drive.google.com/file/d/0B5NWbLculeSoNkQ1NldxMlfcDQ/view?usp=sharing>

características como superfície da lua, e com suas observações passou a defender o sistema copernicano. As observações dos defeitos da Lua convenceram Galileo de que o mundo supralunar apresentava imperfeições assim como o infra lunar e, portanto, a física de Aristóteles deveria ser revista e o modelo copernicano poderia ser assumido como correto.

As manchas solares, que comumente são atribuídas a Galileo, foram desenhadas e previstas por Thomas Harriot em dezembro de 1610, e publicadas pela primeira vez em junho de 1611 pelo teólogo alemão David Fabricius (1564-1617) e seu filho Johannes Fabricius (1587-1615). Como as lentes eram rudimentares, Harriot atribuiu os desenhos da Lua à sujeiras ou imperfeições nas lentes e não como uma prova de suas imperfeições, chegando a contestar os resultados de Galileo.

Aperfeiçoando seus telescópios Galileo, foi mais longe nas suas observações. Em meados de 1610 Galileo publicou suas primeiras observações astronômicas no trabalho intitulado por *Sidereus nuncius* (“O mensageiro das estrelas”). Entre outros, o livro descreve as crateras da Lua, alguns aglomerados de estrelas e as Luas de Júpiter, que levam seu nome como satélites Galileanos e é seguramente uma importante obra da história do pensamento científico. Mesmo assim exemplares só foram traduzidos para o português no século XXI, cerca de quatrocentos anos depois de sua publicação original, evidenciando um desinteresse pela história rica e inspiradora de um momento histórico muito produtivo a cerca do pensamento científico e astronômico.

Galileo representou a face visível da Lua dotada de uma parte clara e outra escura. Porém, distribui pontos claros em meio à região escura e remetendo-se as montanhas terrestres diante da luz solar ao longo do dia, argumentou que os mencionados pontos claros seriam causados pelo reflexo da luz solar no cume das montanhas existentes da superfície lunar (MEDEIROS e MONTEIRO, 2002; MONTEIRO e NARDI, 2015). Assim, defendeu que a superfície lunar seria constituída por planícies, montanhas, vales e depressões, causadoras das manchas escuras na região clara. Acerca destas assinalou:

Podemos discernir, com certeza, que a superfície da Lua não é perfeitamente polida, uniforme e exatamente esférica, como um exército de filósofos acreditou, acerca dela e dos outros corpos celestes, mas é, pelo contrário, desigual, acidentada e notavelmente sinuosa (GALILEO, 2009, p. 41).

Outra constatação de Galileo que favoreceria o Copernicanismo foi a constatação da existência de quatro estrelas ao redor de Júpiter, variando de brilho, tamanho e

posição, tanto entre si como em relação a Júpiter (MONTEIRO e NARDI, 2015). A observação de que Júpiter também possuía satélites (luas) reforçava a tese de que a física supralunar e a infra lunar deveriam ser iguais e que havia um outro “centro” no universo ao redor do qual os corpos celestes giravam. A Terra, nesse caso, não assumia mais a posição central no movimento do cosmo. Acerca do movimento daquelas estrelas, assinala:

Temos, além disso, um excelente e esplêndido argumento para eliminar os escrúpulos daqueles que, embora admitindo tranquilamente a revolução dos planetas em torno do Sol no sistema copernicano, ficam tão perturbados pela circulação de uma única Lua em torno da terra, enquanto as duas juntas completam um orbe anual em torno do Sol, que concluem que esta constituição do universo deve ser recusada como impossível (GALILEO, 2009, p. 43).

No entanto, as observações de Galileo não foram suficientes para fazer com que o sistema copernicano fosse aceito. Galileo não propôs um novo sistema, nem ofereceu todas as respostas necessárias para a nova física que substituiu Aristóteles. Ele manteve os movimentos circulares, sem aceitar as elipses que Kepler propunha, e também não conseguiu explicar adequadamente o movimento das marés, ocasionado pelo atração e movimento da Terra em relação ao Sol e à Lua.

Suas observações também não podiam ser assumidas como perfeitas. Sua luneta, mesmo a mais aperfeiçoada, ainda possuía problemas como a aberração cromática, que não era muito bem conhecida na época. Assim, qualquer observação feita a uma distância muito grande poderia sofrer alterações nas imagens (MARTINS, 2010). Uma tentativa de reprodução dos resultados de Galileo atualmente, usando um instrumento similar ao dele, mostra que a imprecisão nas imagens e nos dados obtidos é muito grande (OLIVEIRA NETO et. al., 2015)

### 3 JÚPITER E OS SATÉLITES GALILEANOS

Júpiter é o quinto planeta mais próximo do Sol e é o maior no sistema solar. Se fosse oco, caberiam mais de mil Terras no seu interior. Assim, por conter mais matéria, possui um campo gravitacional maior, o que explica a rotação de vários satélites que puderam ser vistos por telescópios modestos por volta de 1610. Júpiter tem 63 satélites, desses 63 satélites apenas quatro foram observados por Galileu: Calisto, Europa, Ganímedes e Io, que inicialmente ganharam o nome de Júpiter I, Júpiter II, Júpiter III, Júpiter IV por Galileu que previu como alguns filósofos da época que ao redor de Júpiter orbitava alguns corpos celestes, como um verdadeiro sistema solar em miniatura (BENEZ NETO, 2010).

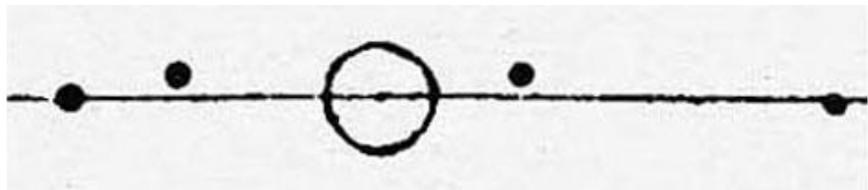
Hoje em dia sabemos que o planeta gigante possui 63 luas, com tamanhos que variam desde o equivalente a pequenos planetas até as dimensões de asteroides. Os quatro satélites mais brilhantes, Io, Europa, Ganímedes e Callisto, mais tarde chamados de Satélites Galileanos em sua homenagem, continuam sendo um alvo de grande interesse para todos os astrônomos e demais amantes da Astronomia.

No livro "Sidereus Nuncius ", Galileu refere-se aos satélites de Júpiter como "quatro planetas até então nunca vistos", e os chama "Medicea Sidera" (Astros Mediceus) em homenagem a Cósimo de Médici, grão-Duque da Toscana, a quem dedica o livro. A "dedicatória" permite que Galileu assume um cargo importante nos centros de pesquisa da Itália passando a ter apoio da poderosa família Medici, e conseguindo pagar suas contas (MARTINS, 2010) que depois passou a protegê-lo. No mesmo livro, fez registros de algumas características destas luas e destacou que nelas existiam irregularidades em sua superfície com cavidades profundas e ásperas e bem irregulares assim como o inglês Thomas Harriot (1560-1621) também tinha previsto. Imperfeições semelhantes às existentes na Terra contrariavam a ideia de uma esfera lisa e perfeita citada por filósofos que defendiam o sistema Aristotélico. Na verdade, Galileu já tinha convicção de um modelo heliocêntrico e suas observações não tiveram caráter de consolidação como alguns livros didáticos mostram, mas sim serviram como base para as observações que fez. Talvez, se Galileu não quisesse fortalecer o sistema copernicano, ele não veria o que viu. Muitos casos semelhantes ocorrem na ciência, em que o cientista tem suas observações direcionadas por teorias prévias, levando-o a ver o que não poderia existir (OLIVEIRA NETO et. al., 2015)

Suas ideias se opunham à perfeição dos corpos celestes, mais ainda sim não eram as únicas. Já existiam evidências de manchas solares desenhadas antes por Harriot, e conseqüentemente da rotação do Sol, motivo pelo qual as manchas eram vistas em períodos iguais, proposta por Kepker em 1609. Em 1609 a 1610 houveram algumas publicações importantes sobre observação dos astros dentre elas do astrônomo inglês Harriot, em 1609 (de acordo com alguns historiadores, meses antes das observações de Galileo), e que já poderiam evidenciar algumas das conseqüências da irregularidade da lua (MARTINS, 2010).

Mesmo assim pelas imagens dos telescópios usados por Galileo mostram uma melhor eficácia quanto à aproximação e nitidez. Ainda nesta disputa sobre patentes e reconhecimento, o astrônomo alemão Simon Marius (1573-1624), publicou um artigo chamado *Mundus Iovialis*, no qual afirmava ter descoberto as quatro luas de Júpiter antes de Galileo, o que gerou investigações históricas e uma disputa na comunidade, fato agravado pelo fato de o alemão usar o calendário juliano e Galileo usar o gregoriano, causando uma diferença de 13 dias entre os dois (MARTINS, 2010). Independentemente desta questão os nomes destas luas hoje conhecidas e destacadas neste trabalho como Io, Europa, Ganímedes e Calisto teriam sido dados por Simon.

Abaixo uma ilustração dos satélites de Júpiter, como publicado no “*Sidereus Nuncius*”



Créditos da imagem: *Sidereus Nuncius* (1610)

Assim como no caso das imperfeições da Lua, as observações de Galileo dos satélites de Júpiter também apresentava problemas e não foram bem recebidas na época, principalmente pela imprecisão do instrumento que utilizou. Apenas com a criação do telescópio de Kepler, as imagens puderam se tornar mais nítidas. Mas ainda assim não serviram como ponto crucial na adoção do sistema copernicano, o que só veio a ocorrer após a aceitação da obra de Isaac Newton (1643-1727) em 1733 (MARTINS, 2012, p. 108).

## 4 LUAS DE JUPÍTER: UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA

O estudo da Astronomia e suas relações com a história da ciência é um tema que desperta grande interesse nos estudantes, visto que muitas vezes já o conhecem através de filmes, documentários de televisão, livros e revistas de divulgação científica.

O tema é pertinente pela sua importância em mudanças e da significativa reformulação curricular para o ensino de física, através da determinação de um conjunto de competências e habilidades a serem alcançadas determinadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, PCN (1999), voltadas para a compreensão de enunciados que envolvam códigos e símbolos, discriminação e tradução de linguagens matemáticas, elaboração de esquemas e interpretação de temas científicos evidenciando dois aspectos do ensino de Física na escola: a física como cultura e como possibilidade de compreensão do mundo através da interdisciplinaridade para a organização do conhecimento.

Uma das características mais importantes da ciência é que ela responde a anseios profundamente humanos, que em geral são abordados fora do discurso científico. Questões do tipo: “De onde viemos, nós e esse mundo em que vivemos?” “Qual a origem da vida?”; questões sobre o fim, “Será que o mundo um dia vai acabar?” “Será que o Sol brilhará para sempre?”; questões sobre o significado da vida: “Por que o mundo existe? Será que temos uma missão no universo?”; ou questões sobre vida extra-terrestre: “Será que estamos sozinhos neste vasto Universo?” (GLEISER, 2000)

O plano de curso apresenta os seguintes tópicos: título, objetivos, materiais, procedimentos ou métodos, observações, registro e conclusão. Utilizando o critério do professor enquanto orientador, que junto com o aluno busca uma construção coletiva e participativa do conhecimento. Para isso, foram utilizados textos retirados da internet, frases compartilhadas por sites, livro didático e parte do texto “O mito de Galileo desconstruído” (MARTINS, 2010).

Nesta proposta de aula, mesmo diante de algumas dificuldades, a exemplo da falta de tempo e grande número de alunos em sala, podem ser contornados utilizando textos que discutam de forma direta o tema, além do incentivo para que os alunos façam pesquisas fora da sala de aula, para que assim o debate e esclarecimentos fossem tratados em reunião com todos, durante as aulas em sala. Essa prática pode levar os alunos a refletirem sobre o significado dos resultados encontrados nas propostas de atividades e

exercícios impostos pelo livro didático e pelo professor e as utilizarem nas conclusões para a produção do conhecimento científico.

Alguns objetivos podem ser esquematizados pelo professor como sequência, sugere-se as três seguintes atividades:

A 1ª é a construção de um texto próprio, sobre o tema, evolução do pensamento filosófico da astronomia moderna. Numa sequência que mostra como a humanidade cria conhecimento, especificamente o da astronomia e como não foi fácil para eles, quebrar o paradigma aristotélico, evidenciando as observações de Galileo tratadas nesse trabalho, para tanto serão utilizadas duas aulas, cada uma com 45 minutos de duração.

A 2ª é um estudo dirigido sobre as Leis de Kepler onde os alunos respondem as questões de fixação do livro-texto, baseando-se em tabelas com relações de período, massa e diâmetro das luas de Júpiter, identificando-as por suas características ou da obtenção de suas massas usando uma relação de período e distância, fornecidas pelo material, motivando o aluno para que reflita a respeito da velocidade em que os satélites se deslocam em suas órbitas, implicando em um conhecimento do método de paralaxe e da lei da gravitação universal, calculando período, afélio, periélio, raio médio e aceleração orbital das luas e culminando com a dedução da equação polar da elipse, mudando totalmente o formato de um ensino tradicional de resolução de exercícios e provas, constantemente usada nas escolas e até nas universidades. Para esta atividade, com duração de duas aulas de 45 minutos cada, pode-se utilizar a tabela 1:

**Tabela 1: Tabela das luas de Júpiter**

ua	Diâmetro (km)	Massa (kg)	Raio orbital (km)	Período orbital (d)	Grupo
Io	$3660.0 \times 3637.4 \times 3630.6$	8.9E+22	421 700	1.769137786	Luas de Galileo
Europa	3121.6	4.8E+22	671 034	3.551181041	
Ganímedes	5262.4	1.5E+23	1 070 412	7.15455296	
Calisto	4820.6	1.1E+23	1 882 709	16.6890184	

Fonte: Disponível em: [http://www.apolo11.com/tema\\_astronomia\\_luas\\_jupiter\\_2.php](http://www.apolo11.com/tema_astronomia_luas_jupiter_2.php), visualizado em 20/01/2017.

A 3ª é uma comparação de textos encontrados na internet, livro didático acerca da evolução científica com o resumo do livro “O mito de Galileo desconstruído”

(MARTINS, 2010). Essa tarefa é uma atividade discursiva entre todos os alunos e o professor que deve esclarece o bom uso de fontes históricas confiáveis para a pesquisa..A proposta utiliza 1 uma aula para essa tarefa.

A 4ª é a apresentação das pesquisas realizadas, as dificuldades encontradas e as conclusões obtidas sobre o papel de Galileo e de filósofos tratados nessa pesquisa sobre a história da Astronomia. Para tanto a proposta é de se utilizar duas aulas, cada aula com duração de 45 minutos.

## 5 CONCLUSÃO

O objeto de estudo desse Artigo é o de abordar o conteúdo de astronomia do ensino médio utilizando uma abordagem histórica, desconstruindo o mito de uma ciência linear e perfeita como, muitas vezes é apresentado na mídia. A análise de fontes primárias e secundárias sobre as observações de Galileo serviu como base para a proposta de aula em que se busca apresentar tanto o conteúdo de astronomia quanto o contexto histórico. Destacou-se o fato de que as observações de Galileo não eram tão “originais” e que foram cerdas de dúvidas e questionamentos.

A partir das obras e observações de Galileo e de outros filósofos da época é possível fortalecer a compreensão sobre os conceitos estudados e possibilitar discussões importantes e interessantes sobre a natureza da ciência e tópicos da astronomia ensinados no ensino médio, abrindo uma série de possibilidades sobre o ensino destes conceitos, seja pelas observações feitas sobre as luas de Júpiter ou de textos sobre a física Aristotélica e sua influência na ciência medieval e os mitos e lendas a cerca do trabalho de Galileo no Sidereus Nuncius.

A proposta de trabalhar a História e Filosofia da Ciência no ensino médio nos assuntos abordados não é uma tarefa simples principalmente para o professor que terá de investigar boas fontes, lendo e formalizando uma proposta a partir dos trabalhos que assim ache proveitoso, utilizando leituras de livros de História da Ciência, divulgação científica e de textos originais de cientistas, além de seminários, vídeos científicos, peças teatrais, visitas a museus, linha do tempo etc, várias formas que o HFC utiliza para problematizar em sala o tema astronomia que por si só já desperta a curiosidade dos alunos, e desta forma desenvolver o espírito crítico dos estudantes sobre a ciência, que sem dúvida é a parte mais importante na formação dos alunos de nível fundamental e médio.

## ABSTRACT

In this monograph we discuss some observations and astronomical data obtained by Galileo Galilei performed with his telescope. We try to do it in a didactic way, through this discussion, to understand the world around us and its importance in physics teaching. In his astronomical study, Galileo developed some works on the importance of knowing the stars and their movements, and with that contributed to the current knowledge of astronomy and its laws until today. This theme was chosen because of the great need by interested parties in the teaching of gravitation and laws of planetary movement to find a structured material that permeates the discussion about the mathematical models of Ptolemy, Copernicus, Thomas Harriot, Johannes Kepller, Galileo and other important philosophers of the time. We start from the assumption that the study of the works on the celestial movements and their physical consequences allow a reflection on the scientific, historical, social and political conceptions of the time. Aiming to analyze Galileo's work on the astronomy observed by his telescopes, we bring a dialogue that instigates debate in the classroom and consequently draws the attention of the students, showing how science has developed during some historical moments. In order to do so, we analyzed sections of Galileo's work "The messenger of the stars", since this theme arouses the curiosity of High school students about the origin of the universe and consequently the origin of life, and the laws governing planetary movement.

Keywords: Galileo Galilei, moons of Jupiter, history of science.

## 6 BIBLIOGRÁFICAS

BENEZ NETO, Leocádio. Conhecendo o sistema solar- Júpiter. Disponível em <http://www.inape.org.br/astrofisica/jupiter> . Acesso em 25 de janeiro de 2017.

BRASIL. SECRETARIA DE ENSINO FUNDAMENTAL. **Parâmetros curriculares nacionais**. MEC, 1997.

CAMENIETZKI, Carlos Ziller. Perfil de um Gênio. **O mensageiro das estrelas**. Scientific American Brasil.–Ediouro, Duetto Editorial Ltda, 2009.

GALILEI, G. **O mensageiro das estrelas**. Scientific American Brasil, 2009.

GLEISER, Marcelo. Por que ensinar Física. **Física na escola**, v. 1, n. 1, p. 4-5, 2000.

MARTINS, Roberto de Andrade. O mito de Galileo desconstruído. **Revista de História da Biblioteca Nacional**, v. 5, p. 24-27, 2010.

MARTINS, Roberto de Andrade. **O Universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012. 2ª. Ed.

MEDEIROS, Alexandre; MONTEIRO, Maria Amélia. A invisibilidade dos pressupostos e das limitações da teoria copernicana nos livros didáticos de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 1, p. 29-52, 2002.

MONTEIRO, Maria Amélia; NARDI, Roberto. Las contribuciones de Galileo a la astronomía en los enfoques de los libros de texto de física: un análisis desde la perspectiva de naturaleza de la ciencia. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, v. 10, n. 1, p. 58-72, 2015.

OLIVEIRA NETO, José Praxedes de; SILVEIRA, Alessandro Frederico; OLIVEIRA, Rilavia Almeida. Discussing Galileo's mistakes based on the history of the telescope and its constructions. In: 13th IHPST Biennial International Conference, 2015, Rio de Janeiro-RJ. **13th IHPST Biennial International Conference Proceedings**, 2015.

OLIVEIRA, R.; SILVA, A. P. B. O desenvolvimento do telescópio durante o século XVII. 2012. Disponível em <https://drive.google.com/file/d/0B5NWbLculeSoNkQ1NldxMi1fcDQ/view?usp=sharing>. Acesso em 25 de janeiro de 2017.

OWEN, G. E. L. Aristóteles. In: BENJAMIN, César; GILLISPIE, Charles Coulston (eds.). **Dicionário de biografias científicas**. 3 vol. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.  
[http://www.apolo11.com/tema\\_astronomia\\_luas\\_jupiter\\_2.php](http://www.apolo11.com/tema_astronomia_luas_jupiter_2.php).

## APÊNDICE

### Plano de curso

Universidade Estadual da Paraíba  
Graduação em Física  
Centro de Ciências e Tecnologias  
Professor: Thalisson Alves Gouveia  
Ano Letivo: 2016  
Disciplina: Física  
Série: 1ª do Ensino Médio  
Nº de alunos: 36  
Tema Central: Introdução a astronomia e Leis de Kepler  
Duração: 7 aulas de 45 minutos cada

### Plano de aula

#### 1- Objetivo geral

A história da ciência tem como objetivo proporcionar metodologias diferenciadas que motive mais os alunos no estudo de Física, possibilitando uma melhor compreensão dos conceitos físicos, mas também oferecer um momento de discussão e aprofundamento aos professores sobre a definição e o entendimento de aspectos da astronomia e das leis de Kepler.

#### 2- Objetivos Específicos

Relacionar conhecimento científico com alguns fenômenos do cotidiano do aluno;  
Despertar o interesse e a curiosidade dos alunos além de fomentar a pesquisa científica possibilitando a aprendizagem por investigação;

#### 3- Conteúdo:

Introdução a astronomia

Leis de Kepler

lei da gravitação universal

#### 4- Estratégias de Aprendizagem:

Aula Expositiva e Dialogada com análise de textos e Leitura Compartilhada

## 5- Recursos pedagógicos

Internet, textos impressos e livro didático

## 6- Estratégias de Avaliação

Discursões sobre os episódios históricos em sala e elaboração de texto sobre a construção da astronomia e as observações de Galileo

## 7- Bibliografia

MARTINS, R. de A. O mito de Galileo desconstruído. Revista de História da Biblioteca Nacional, v. 5, Número Especial de História da Ciência 1, p. 24-27, 2010.

MARINHO, Fundação Roberto. Telecurso 2000- Física Ensino Médio