



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA  
CAMPUS I  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA**

**FELIPP JARBAS DO NASCIMENTO SILVA**

**UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA DE DISCUSSÃO DE SISTEMAS  
SOLARES DOS SÉCULOS XVII E XVIII**

**CAMPINA GRANDE  
2021**

FELIPP JARBAS DO NASCIMENTO SILVA

**UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA DE DISCUSSÃO DE SISTEMAS  
SOLARES DOS SÉCULOS XVII E XVIII**

Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo) apresentado ao Departamento do Curso de Física da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura em Física.

**Orientador:** Prof.<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Bispo da Silva.

**CAMPINA GRANDE  
2021**

É expressamente proibido 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 do trabalho.

S586p Silva, Felipp Jarbas do Nascimento.  
Uma proposta para sala de aula de discussão de sistemas solares dos séculos XVII e XVIII [manuscrito] / Felipp Jarbas do Nascimento Silva. - 2021.  
25 p.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2021.

"Orientação : Profa. Dra. Ana Paula Bispo da Silva , Coordenação do Curso de Física - CCT."

1. Sistema Solar. 2. História da Ciência. 3. Ensino de Física. 4. Astronomia. I. Título

21. ed. CDD 520

FELIPP JARBAS DO NASCIMENTO SILVA

UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA DE DISCUSSÃO DE SISTEMAS  
SOLARES DOS SÉCULOS XVII E XVIII

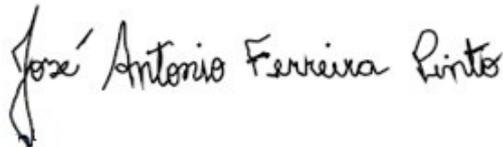
Trabalho de Conclusão de Curso (Artigo)  
apresentado ao Departamento do Curso  
de Física da Universidade Estadual da  
Paraíba, como requisito parcial à  
obtenção do título de licenciatura em  
Física.

Aprovada em: 20/05/\_2021\_.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Paula Bispo da Silva (Orientadora)  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. José Antonio Ferreira Pinto  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Dr. Alessandro Frederico da Silveira  
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

A minha mãe, pela dedicação,  
companheirismo e amizade, DEDICO.

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CN	Ciências da Natureza
HC	História da Ciência
NDC	Natureza da Ciência

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>6</b>
<b>2</b>	<b>BUSCA PELA ORIGEM DO SISTEMA SOLAR NA ANTIGUIDADE.....</b>	<b>7</b>
<b>2.1</b>	<b><i>Modelo de Descartes</i> .....</b>	<b>7</b>
<b>2.2</b>	<b><i>Modelo de Newton</i> .....</b>	<b>8</b>
<b>2.3</b>	<b><i>Modelo de Kant</i> .....</b>	<b>9</b>
<b>2.4</b>	<b><i>Sequência Didática</i> .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO .....</b>	<b>12</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>12</b>
	<b>APÊNDICE – SEQUÊNCIA DIDÁTICA</b>	<b>14</b>
	<b>ANEXO 1 – CONTO “A ESTRELA”</b>	<b>19</b>
	<b>ANEXO 2 – MAPA CONCEITUAL DESCARTES</b>	<b>24</b>
	<b>ANEXO 3 – MAPA CONCEITUAL NEWTON</b>	<b>25</b>
	<b>ANEXO 4 – MAPA CONCEITUAL KANT</b>	<b>25</b>

## UMA PROPOSTA PARA SALA DE AULA DE DISCUSSÃO DE SISTEMAS SOLARES DOS SÉCULOS XVII E XVIII

Felipp Jarbas do Nascimento Silva \*

### RESUMO

Entre os séculos XVII e XVIII quando a concepção heliocêntrica do Universo começava a substituir o geocentrismo como paradigma da filosofia natural, diversos pensadores formularam explicações naturalísticas para a formação e estrutura do Sistema Solar ou mesmo do Universo como um todo. O presente trabalho apresenta um resumo de três desses modelos, elaborados por um francês, um inglês (ambos no século XVII) e um prussiano (no século XVIII), que tiveram boa aceitação na época em que foram divulgados. Também são citadas as ideias que deram origem a essas teorias, e o contexto social, político e religioso em que esses estudiosos estavam inseridos. Para isso foi feita uma pesquisa bibliográfica em fontes secundárias, tanto livros de divulgação científica e biografias quanto artigos acadêmicos. Foi também elaborada uma sequência didática para a aplicação do assunto em turmas de ensino médio. Pretende-se que os estudantes tenham noção da importância do estudo histórico da física para a compreensão de como evolui o pensamento científico.

**Palavras-chave:** Sistema Solar. História da Ciência. Ensino médio. Astronomia.

### ABSTRACT

Between the 17th and 18th centuries, when the heliocentric conception of the Universe began to replace geocentrism as a paradigm of natural philosophy, several thinkers formulated naturalistic explanations for the formation and structure of the Solar System or even the Universe as a whole. The present work presents a summary of three of these models, elaborated by a French, an English (both in the 17th century) and a Prussian (in the 18th century), which were well accepted at the time they were published. Also mentioned are the ideas that gave rise to these theories, and the social, political and religious context in which these scholars were inserted. For this, a bibliographic search in secondary sources was carried out, both books of scientific dissemination and biographies as well as academic articles. A lesson plan was also elaborated for the application of the subject in high school classes. It is intended that students be aware of the importance of the historical study of physics for the understanding of how scientific thinking changes.

**Keywords:** Solar System. History of Science. High School.

## 1 INTRODUÇÃO

---

\* Aluno de licenciatura em física, Departamento de Física, UEPB, Campina Grande, PB, felippjarbas@bol.com.br..

Para entendermos como o conhecimento científico se desenvolve podemos fazer uso da pesquisa em História da Ciência (HC), que poderá nos esclarecer sobre como modelos, teorias e conclusões sofrem influência do contexto sociocultural em que estão inseridos seus autores.

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica que pretende analisar alguns modelos de origem e/ou formação do Sistema Solar elaborados nos séculos XVII e XVIII. Os autores desses modelos já admitiam o Sol na posição de centro do sistema com planetas e outros corpos em órbitas elípticas. A argumentação presente nesses estudiosos para estabelecer suas ideias é um bom exemplo de como modelos científicos são constituídos a partir de concepções *a priori* derivadas de crenças religiosas e do contexto cultural. Cada um deles viveu e trabalhou em épocas e países distintos e houve influência em seus modelos de ideias exteriores à ciência, tal como filosofia, política e religião.

Também foi elaborada, uma sequência didática que pode ser aplicada em turmas de Ciências Naturais (CN) do ensino médio, de acordo com os parâmetros da nova BNCC para que os estudantes tenham noções de galáxias, estrelas, planetas, satélites, cometas, que são conceitos astronômicos ainda hoje em uso. E também relacionem os fenômenos estudados aos conceitos de algumas grandezas, tais como força, rotação, momento angular, massa e densidade. Também esperamos que os professores percebam aspectos da Natureza da Ciência (NDC) abordados por meio da HC são importantes para a compreensão do processo científico e sua evolução.

## **2 BUSCA PELA ORIGEM DO SISTEMA SOLAR NA ANTIGUIDADE**

Antes de analisar a filosofia natural dos séculos XVII e XVIII é interessante voltar a atenção para o pensamento de tempos mais antigos que em maior ou menor grau influenciaram esses pensadores. Desde a Antiguidade povos de diversas culturas buscaram respostas para a origem do Universo. Dessa busca surgiram mitos e religiões, que explicavam as origens pela ação e vontade dos deuses (MARTINS, 1997). Mais tarde, com os gregos surgiu a filosofia que pretendia dar respostas diferentes, as vezes sem menção aos mitos. Posteriormente surgiu o conhecimento científico buscando as origens de modo diverso da religião e da filosofia.

Dentre os filósofos gregos houve a vertente atomista que exerceria influência nos pensadores modernos, séculos depois. Esses atomistas, dos quais se destacam o pré-socrático Demócrito de Abdera (460 a.C.- 370 a.C.) e o fundador da escola epicurista Epicuro de Samos (341 a.C. - 270 a.C.), teorizavam a origem do cosmos (o Universo ordenado) a partir do caos original, através de forças que agiam sobre a matéria de forma caótica, sem a intervenção de deuses. A matéria seria formada por átomos, partículas eternas e imutáveis se movendo desordenadamente no espaço vazio e infinito. Essas partículas, vindas de todas as direções, se uniriam e formariam um grande redemoinho, onde as partículas semelhantes se juntariam e formariam um corpo esférico. Cada um desses corpos, por sua vez dariam origem aos planetas, luas e estrelas (MARTINS, 1997). Algumas ideias dessa concepção (redemoinhos, átomos, espaço vazio) foram adaptadas e reutilizadas nas teorias modernas sobre a origem do Sistema Solar.

A abordagem desse assunto no primeiro encontro é importante para que os estudantes tenham noção de que a busca por uma explicação natural para a origem do Sistema Solar (e do Universo como um todo) são bem mais antigas do que a própria definição de ciência que temos hoje.

### **2.1 Modelo de Descartes**

René Descartes (1596-1650) produziu e divulgou suas ideias na primeira metade do século XVII, quando diversos estudiosos tinham elaborado ou estavam elaborando teorias e modelos que colocavam o Sol como centro do sistema e em torno do qual orbitavam os planetas, luas e cometas. Nascido em La Haye, em 31 de março de 1596, em família católica ele estudou no com os jesuítas no Colégio Real de La Fleche. Em 1618, enquanto estava alistado no exército holandês em luta contra a Espanha, conheceu o médico Isaac Beeckman (1588-1637), com quem faz experiências sobre refração da luz e estuda a obra de Galileu Galilei (1564-1642). Em 1628 se mudou para a Holanda, que na época era um país de considerável tolerância religiosa e efervescência intelectual. Lá ele pretendia publicar um livro explicando a origem do Sistema Solar (KLINTOWITZ, 1989). Mas em 1633, quando o texto devia ser publicado, Descartes soube da condenação de Galileu Galilei pelo Santo Ofício e resolveu adiar sua publicação. O livro, intitulado *O Mundo ou A Natureza da Luz* só foi publicado postumamente. Mesmo assim ele divulgou suas ideias de forma cautelosa nos livros *Discurso do Método* e *Princípios da Filosofia*, publicados em 1637 e 1644, respectivamente. Sua teoria foi considerada materialista em sua época, à semelhança das ideias dos filósofos atomistas.

Descartes elaborou uma teoria complexa e detalhada da origem do Sistema Solar onde, diferentemente da narrativa bíblica, Deus apenas cria a matéria e a põe em movimento deixando que as leis naturais se encarregem do resto. No início, segundo Descartes, todo o espaço estaria preenchido por uma matéria homogênea sólida, semelhante a um cristal. A matéria seria posta em movimento por Deus em todas as direções, de forma desordenada, o que faria a matéria sólida se fragmentar em pedaços cada vez menores. Mesmo fragmentada a matéria ocuparia todo o espaço, já que Descartes não admitia a existência do vácuo. Um segundo movimento em torno de um centro comum daria a essa matéria, aos poucos, um movimento circular, formando redemoinhos (semelhante ao que acreditavam os atomistas) e as partículas, inicialmente de diversos formatos, se tornariam arredondadas devido as colisões entre si.

No centro dos redemoinhos se concentrariam as menores partículas, sempre em rápido movimento. Essa matéria teria dado origem ao Sol no centro do turbilhão. Outros redemoinhos teriam originado as estrelas, com processo semelhante. Os turbilhões continuariam e manteriam a matéria em movimento em torno da estrela. A matéria contida nos redemoinhos orbitando a estrela central seria formada por partículas esféricas maiores (semelhantes a um líquido) continuariam em movimento e também se tornariam estrelas, só que menores. Tanto a estrela maior quanto as menores receberiam partículas maiores que poderiam se unir e formar “manchas” escuras na superfície. Essas manchas poderiam se unir e encobrir toda a superfície da estrela formando uma casca. Se isso ocorria a estrela se tornaria um planeta ou um cometa.

A teoria de Descartes pretendia explicar, inclusive, as erupções dos vulcões da Terra. O material expelido pelos vulcões seria resquício da formação do planeta, quando ele era ainda uma estrela (MARTINS, 1997).

O modelo de Descartes foi bem aceito no século XVII, mas 37 anos depois da morte de seu autor seria lançada uma obra que abalaria o prestígio dessa teoria e revolucionaria a física da época, os *Principia Mathematica* de Isaac Newton.

## **2.2 Modelo de Newton**

Isaac Newton (1642/43-1727) nasceu em 25 de dezembro de 1642, em Woolsthorpe, Inglaterra. Aos 19 anos ingressou no Trinity College da Universidade de Cambridge. Dos mais notáveis pensadores da revolução científica do século XVII Newton

adquiriu conhecimentos que o levariam à suas próprias descobertas: de Johannes Kepler ele herdou a mecânica celeste, a ideia de explicar o movimento dos astros por meio da matemática. De Galileu Galilei, vieram as pesquisas do movimento dos corpos, e de René Descartes a geometria analítica e a concepção mecanicista do mundo (ARANTES, 1988).

Descartes foi um matemático importante e renomado no século XVII. No entanto seu modelo da formação do Sistema Solar não faz uso da linguagem matemática sendo uma teoria física qualitativa. Mesmo antes dele já se usava a matemática para descrever fenômenos e fazer previsões, como por exemplo as três leis da mecânica celeste formuladas por Johannes Kepler (1571-1630). Isso foi notado por Newton em seu *Principia Mathematica*, lançado em 1687 onde ele propõe a lei da gravitação universal, que explicaria o movimento dos astros no espaço vazio por uma força diretamente proporcional às massas dos corpos e inversamente proporcional à distância entre eles e não por meio de turbilhões como acreditava Descartes.

Newton não propôs exatamente um novo modelo nem tentou explicar a origem do Universo ou do Sistema Solar, mas teceu uma crítica a diversos detalhes do modelo cartesiano expondo cálculos que demonstram a implausibilidade daquela teoria. A velocidade observada dos planetas, por exemplo, seria incompatível com o movimento em turbilhões de um líquido como imaginava Descartes. Os corpos obedeciam a terceira lei de Kepler que previa que quanto mais distante do Sol estivesse o planeta mais ele demoraria para completar uma revolução. Outro ponto discutido por Newton são os cometas, que para Descartes seriam formados no início do Sistema Solar e passariam de um sistema a outro, jamais retornando. Na época de Newton se percebeu que os cometas, como o Halley, retornavam periodicamente e se tornavam visíveis da Terra. Newton deduziu que eles orbitavam o Sol em elipses muito alongadas.

Como dito, Newton não tentou explicar a formação do Sistema Solar de forma naturalista. Para ele a criação era um ato de Deus e seria explicada pela religião. A teoria de gravitação universal também deixou algumas hipóteses sem explicação como as estrelas mesmo muito distantes deveriam exercer um mínimo de força sobre as outras e em um intervalo de tempo muito longo acabariam colidindo e colapsando todo o Universo.

As ideias de Newton exerceriam grande influência não só na Inglaterra, mas também na Europa continental no século XVIII, quando o movimento do Iluminismo provocaria transformações sociais, políticas e intelectuais que seriam importantes também para o avanço do conhecimento científico.

### **2.3 Modelo de Kant**

O Iluminismo foi o movimento filosófico também conhecido como Esclarecimento ou Ilustração, que pretendia estender a razão como crítica e guia de todos os campos da experiência humana (ABBAGNANO, 2007). Desenvolveu-se no período compreendido entre as últimas décadas do século XVII e as últimas do século XVIII, sendo esse período também chamado Século das Luzes. Politicamente os iluministas criticavam o poder absoluto dos monarcas, os privilégios da aristocracia e do clero e defendiam o progresso e o conhecimento (BRAGA, 2017). O trabalho intelectual de Immanuel Kant (1724-1804) se desenvolveu, portanto, na segunda metade desse período.

Embora seja lembrado mais como filósofo (principalmente ligado à metafísica), Kant se interessou e produziu diversos trabalhos sobre a natureza (filosofia natural) ao longo de sua vida. Durante o período em que estudou na Universidade de Königsberg (entre 1740 e 1746) teve contato com a metafísica de Leibniz e a física matemática de Newton através do professor Martin Knutzen. Apesar de defenderem ideias opostas, Leibniz e Newton foram as principais influências de Kant em suas reflexões filosóficas

sobre a ciência (ELLINGTON, 2007). Além de Newton, outro inglês que influenciou a teoria de Kant foi Thomas Wright (1711-1786), quem primeiro formulou a hipótese de as estrelas estarem agrupadas em “ilhas”, que hoje conhecemos como galáxias. Kant deduziu que a Via Láctea, a faixa esbranquiçada que atravessa o céu (visível em regiões pouco iluminadas) não era uma nuvem ou um fenômeno meteorológico e sim o aglomerado de milhares de estrelas formando um “anel” celeste (MARTINS, 1997, p. 92-94).

Em março de 1755 ele publica sua obra científica mais notória, com o extenso título de *História Geral da Natureza e Teoria do Céu ou Ensaio Sobre a Constituição e a Origem Mecânica do Universo na Sua Totalidade Tratada de Acordo com os Princípios de Newton* (“*Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels oder Versuch von der Verfassung und dem mechanischen Ursprunge des ganzen Weltgebäudes nach Newtonischen Grundsätzen abgehandelt*”). Por esse título pode-se especular que Kant desde jovem já tinha pretensão de revolucionar a ciência e a filosofia. Ele pretendia criar um modelo que explicasse a origem e estrutura de todo o Universo, como também queria Descartes, mas utilizando a rigorosa física matemática de Newton.

Kant começa seu trabalho sobre a formação do sistema solar citando os filósofos atomistas gregos:

[...] Não contestarei pois que a teoria de Lucrecio e seus predecessores, Epicuro, Leucipo e Demócrito tenha muitas semelhanças com a minha. Aceito o primeiro estado da natureza, como estes filósofos, na disposição geral da substância originária de todos os corpos celestes, ou dos átomos, como eles designam nas obras deles. Epicuro supunha um peso que forçava as partículas elementares a cair, e isso não parece ser muito diferente da atração newtoniana que eu aceito [...] (KANT, 1755, p. 70)

Kant pretendia então uma síntese do pensamento antigo com o moderno. Mas ele também se preocupava em deixar claro que sua teoria, ao contrário da dos gregos, tornava necessário um Deus que ordenasse todas as coisas:

[...] Tanto parentesco com uma concepção que era a verdadeira teoria da negação de Deus na antiguidade não conduz, todavia a minha a partilhar dos seus erros [...] (KANT, 1755, p. 71).

Na primeira parte do livro Kant explica as forças que mantêm os planetas, satélites e cometas em órbita ao redor do Sol, ou seja, a força de impulsão, pela qual prosseguiriam em linha reta, e a força centrípeta (ou de queda ou gravidade) que os obriga a abandonar a trajetória reta e circular em volta do Sol. A causa dessa segunda força seria a massa do Sol (KANT, 1755, p. 86-87). O sistema cosmológico kantiano seria uma hierarquia de corpos orbitando outros corpos maiores: satélites em volta de planetas; planetas em volta de estrelas e estrelas em volta de um corpo maior e mais brilhante. No caso da Via Láctea o centro, sugere Kant, seria a estrela Sirius, a mais brilhante do céu (MARTINS, 1997, p. 100). Por fim haveria sistemas ainda maiores, formados por nebulosas (galáxias) orbitando um centro comum.

Kant supõe que toda a matéria que formou o sistema solar estava espalhada de forma muito rarefeita formando uma esfera de gases de raio muito maior que a distância do Sol ao mais distante planeta. Como a maior parte da matéria se concentrou no Sol, era de se esperar que ele tivesse uma massa muito maior que todos os planetas juntos. O filósofo avaliou a massa do Sol em 650 vezes a massa da soma dos planetas. Como seu volume também era muito maior, era de se supor que a densidade do Sol fosse aproximadamente igual à da soma dos planetas. Isso explicaria a diferença entre as

densidades dos planetas conhecidos na época de Kant. Newton havia calculado que, se tomarmos a densidade do Sol como 1,0; a da Terra deveria ser 4,0; a de Júpiter 0,94 e a de Saturno 0,67 (MARTINS, 1997, p. 99). Isso seria devido à atração gravitacional do Sol, que atrairia as partículas de matéria mais densas, que formariam os planetas Mercúrio, Vênus, Terra e Marte. Já as partículas menos densas seriam desviadas mais facilmente e permaneceriam à grandes distâncias, onde formariam os planetas Júpiter e Saturno, planetas de grande massa, mas menos densos que os outros.

Os satélites naturais dos planetas seriam formados com matéria girando ao redor dos planetas, que formariam grandes corpos antes de serem atraídos pela força gravitacional do planeta. Ou seja, a formação da Lua e dos outros satélites seria uma versão “em miniatura” da própria formação dos planetas em torno do Sol.

A luz e o calor do Sol seriam originados, segundo Kant, de partículas de material combustível queimando na atmosfera solar. Ao fim do consumo desse material, a fornalha solar seria reabastecida com planetas e outros corpos que caíssem no Sol. Com o aumento do calor do Sol poderia haver uma explosão que espalharia a matéria ao redor, iniciando um novo ciclo de formação de um sistema solar.

Segundo Martins (1997, p. 101) o livro de Kant recebeu pouca atenção na época em que foi escrito pois a editora que o publicou foi à falência e a obra não chegou a ser distribuída, tendo circulado pouquíssimas cópias. Só em 1791 um amigo de Kant, o matemático Gensichen reeditou e relançou a Teoria do Céu (SEIDENGART, 2013). Cinco anos depois, o matemático e físico francês Pierre Simon de Laplace (1749-1827) propôs uma teoria de formação do sistema solar que guarda muitas semelhanças com a de Kant, embora não tente explicar a origem de todo o Universo.

## **2.4 Sequência Didática**

A fim de fomentar o interesse dos estudantes pela história da ciência e os diversos debates que esse assunto pode iniciar foi elaborada uma sequência didática dividida em cinco encontros, sendo os três primeiros para apresentar e discutir os modelos do sistema solar elaborados por Descartes Newton e Kant e o quarto para uma avaliação do conhecimento adquirido pelos estudantes.

No primeiro encontro serão discutidos os primórdios da busca por uma explicação racional e naturalista para a formação do sistema solar. O enfoque serão os filósofos atomistas e suas ideias sobre a matéria e a origem do mundo. Nesse encontro o professor também dividirá a turma em três grupos que se encarregarão, cada um, de explicar e defender um dos modelos apresentados na avaliação.

No segundo encontro, antes da introdução ao modelo de Descartes será debatido o conto de ficção científica *A Estrela*, de autoria de Arthur C. Clarke (1917-2008) para iniciar as discussões sobre temas filosóficos como conflito entre ciência e fé, ideias a priori e temas científicos como o nascimento e o fim de sistemas estelares. Essas questões podem continuar sendo debatidas enquanto o modelo de Descartes é apresentado por slides de texto e ilustrações.

No terceiro encontro será utilizada a canção *O Segundo Sol*, de autoria de Nando Reis para introduzir conceitos como órbita, velocidade angular, leis de Kepler e gravitação universal. O modelo de Newton seria apresentado em seguida, mencionando suas crenças religiosas e ideias a priori, como vácuo e a matéria formada por átomos, herdada dos filósofos atomistas gregos.

O quarto encontro terá início com a apresentação de um vídeo explicativo sobre o Iluminismo, já que foi no contexto desse movimento intelectual que Immanuel Kant realizou suas pesquisas e elaborou seu modelo do Sistema Solar. As ideias religiosas

dele e como elas se inserem em sua obra também serão objeto das interações do professor com os estudantes.

No quinto encontro os alunos se dividirão em três grupos para encenar um julgamento, onde cada grupo apresentará uma defesa argumentativa de um modelo do Sistema Solar e apontará limitações dos outros modelos. Os alunos serão incentivados a usar recursos audiovisuais para expor seus argumentos e conclusões.

### 3 METODOLOGIA

O presente trabalho é uma revisão bibliográfica de fontes secundárias cuja principal é o livro *Universo: Teorias Sobre sua Origem e Evolução*, publicado em 1997 por Roberto de Andrade Martins; mais especificamente os capítulos 6 e 7. Também foram de grande importância a biografia de Immanuel Kant escrito por James W. Ellington para o *Dicionário de Biografias Científicas*. Foram utilizados também trechos traduzidos da obra de Kant citada, Teoria do Céu. Além deles foram pesquisados artigos de divulgação científica e artigos acadêmicos que tratassem do objeto de estudo deste artigo e oferecessem novas interpretações ou detalhes do assunto em questão.

### 4 CONCLUSÃO

Os três pensadores que foram objeto de estudo deste trabalho viveram em épocas e sociedades diferentes e seus trabalhos foram influenciados por isso. Na época de Descartes ainda havia resistência à aceitação do modelo heliocêntrico para explicar o Sistema Solar o que o fez ter precaução ao publicar suas ideias. Newton viveu quando a física se valia cada vez mais da linguagem matemática para interpretar os fenômenos naturais e fazer previsões. Já Kant viveu em uma sociedade iluminista, isto é, fortemente influenciada pela ideia de que era possível compreender a natureza, um universo regido por uma ordem, as forças que o controlam, as leis que descrevem essas forças, a origem do sistema solar e o lugar do homem no cosmos.

Os três buscaram inspiração nas ideias dos filósofos atomistas gregos e adaptaram essas ideias as suas próprias crenças. Eles foram educados em famílias cristãs e procuraram incluir (com maior ou menor relevância) a ideia de uma divindade no início do Universo. Seus modelos de Sistema Solar foram aceitos em suas épocas como explicações válidas, embora tenham sido suplantados por outros modelos posteriormente.

### REFERÊNCIAS

ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. Trad. Alfredo Bosi. São Paulo: Martins Fontes, 2007.

ARANTES, José Tadeu. Newton: Gênio Difícil. **Superinteressante**, São Paulo, ano 2, n. 2, p. 58-63, fevereiro, 1988.

BRAGA, Lucas Onorato. Immanuel Kant e seus escritos sobre o terremoto de Lisboa de 1755. In: **CONGRESSO INTERNACIONAL UFES/PARIS-EST. VI, 2017**, Vitória. Anais. Vitória: UFES, 2017, p. 818-839.

ELLINGTON, James W. Immanuel Kant. In: GILLISPIE, Charles C. (Org.). **Dicionário de biografias científicas**. Trad. Carlos Almeida Pereira et al. Rio de Janeiro: Contra Ponto, 2007.

KANT, Immanuel. **História Geral da natureza e teoria do céu**. Trechos. Tradução para o português de Antônio Malho. Paris: Librairie Philosophique J. Vrin, [1984], 1755.

KLINOWITZ, Jaime. Descartes: A Razão Acima de Tudo. **Superinteressante**, São Paulo, ano 3, n. 2, p. 74-79, fevereiro, 1989.

MARTINS, Roberto de A. **Universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Moderna, 1997.

SEIDENGART, Jean. Evolução das ideias cosmológicas de Kant em seus últimos escritos. **Revista Educação e Filosofia**. Uberlândia, v. 2, n. especial, p. 167-190, 2013. Semestral.

**APÊNDICE**

**SEQUÊNCIA DIDÁTICA**

**ALGUNS MODELOS DE SISTEMA SOLAR DURANTE OS SÉCULOS XVII E XVIII:  
DESCARTES, NEWTON E KANT**

## JUSTIFICATIVA

As pesquisas de História da Ciência têm o potencial de nos esclarecer como o conhecimento científico é estabelecido e evolui de acordo com as diversas influências socioculturais de cada época e lugar, envolvidas no estabelecimento de modelos, teorias e conclusões sobre a natureza. Um estudo de caso histórico pode dar origem a diferentes narrativas, dependendo das perguntas que são postas na pesquisa histórica. Podem ser questionados aspectos metodológicos, conceituais, filosóficos ou socioculturais, que permitem o aprofundamento de um tema restrito (isto é, um estudo de caso no sentido estrito do termo). Nesse sentido, o presente trabalho procura esclarecer aos estudantes, do ponto de vista histórico, como os modelos de sistema solar de René Descartes (1596-1650), Isaac Newton (1642-1727) e Immanuel Kant (1724-1804) caracterizaram como explicações possíveis quando foram criados, ainda que não tenham permanecido como aceitos. A argumentação presente nesses estudiosos para estabelecer suas ideias é um bom exemplo de como modelos científicos são constituídos a partir de concepções *a priori* derivadas de crenças religiosas e do contexto cultural. Também ilustra como a concepção matemática da natureza é importante para a interpretação de fenômenos e previsão de resultados. Pretendemos que os estudantes obtenham noções de astronomia e cosmologia ainda hoje em uso como galáxias, estrelas, planetas, satélites, cometas e também os conceitos físicos envolvidos, como força, rotação, momento angular, massa, densidade, etc.

Espera-se que utilizando a abordagem citada anteriormente, a aprendizagem se torne mais atrativa, dinâmica e acima de tudo significativa. Também se espera que o professor, ao utilizar essa sequência didática, esteja disposto a aplicar as abordagens e metodologias propostas, para que o aluno tenha ciência de como o estudo histórico é importante para a compreensão do conhecimento científico e sua evolução.

As aulas estão planejadas para serem ministradas em 5 encontros de 45 minutos cada, realizadas em turmas do ensino médio regular.

## OBJETIVOS GERAIS

- Compreender os modelos propostos por René Descartes, Isaac Newton e Immanuel Kant acerca da estrutura e/ou origem do Sistema Solar;
- Aprender sobre os conceitos físicos envolvidos em cada modelo (leis, forças, massa, rotação, quantidade de movimento);
- Ter noção de como conhecimentos *a priori* são fundamentais na evolução do conhecimento científico.
- Entender como o contexto social, ideologias e convicções religiosas influenciam as pesquisas científicas.

## **CONTEÚDO: FORMAÇÃO E ESTRUTURA DO SISTEMA SOLAR**

### **1º ENCONTRO**

Tema: As ideias dos atomistas sobre a origem do Sistema Solar – 1 aula / 45 min

#### **Sondagem Inicial**

Algumas perguntas que o professor fará à turma sobre o assunto em questão:

- Como surgiu o Sistema Solar?
- A matéria que constitui a Terra é a mesma que constitui o Sol, as estrelas e os outros planetas?

Em seguida serão apresentadas as ideias dos filósofos gregos que tentaram explicar as origens do mundo independente da religião. O professor dividirá a turma em três grupos. Cada grupo se concentrará em pesquisar um dos modelos da formação do Sistema Solar apresentados. Na avaliação (5º encontro) serão mostrados os resultados das pesquisas.

#### **Recursos técnico-pedagógicos**

Datashow, notebook, quadro branco, pincel, vídeos.

## **CONTEÚDO: ESTRUTURA DO SISTEMA SOLAR**

### **2º ENCONTRO**

Tema: Modelo do Sistema Solar de René Descartes - 1 Aula / 45min

#### **Sondagem Inicial**

Alguns dias antes da aula o professor indicará aos estudantes a leitura do conto de ficção científica “A Estrela”, escrito por Arthur C. Clarke (1917-2008). No início da aula o professor questionará os alunos acerca de seu conhecimento sobre a origem do Universo em geral e do Sistema Solar em particular: o que são galáxias e como elas se formaram? Como se formaram o Sol, os planetas, satélites, asteroides, cometas, etc.? Em seguida será feita a análise e discussão do conto cuja leitura em casa fora sugerida anteriormente, a fim de iniciar um debate junto aos estudantes sobre como pesquisadores não são alheios à influência de crenças e ideologias. Outros aspectos também podem ser debatidos como a relação entre ciência e fé ou como um evento pode ter diversas teorias que expliquem sua origem e como essas teorias podem ser modificadas mediante novas informações e observações.

#### **Motivação**

Durante a discussão sobre o conto, serão feitos alguns questionamentos aos alunos sobre seu entendimento acerca da natureza da pesquisa científica:

- Pode haver mais de uma explicação sobre um determinado fato científico?
- O que influencia na escolha de uma ou outra teoria?
- De que forma as ideias anteriores de um pesquisador influenciam suas pesquisas? Explique.
- Você acha que ideias exteriores à ciência tais como religião, moral e política influenciaram (e influenciam) a evolução do pensamento científico? Os cientistas levam em consideração essas ideias durante suas pesquisas? Discuta a sua resposta.

## Estratégias

Com a abordagem histórica, será feita a aula de forma expositiva e dialogada, com o intuito de gerar debates para adquirir melhor os conteúdos para os alunos e tornar a aula mais dinâmica, ou seja, fazer com que tal abordagem leve aos mesmos a problematização, gerando questionamentos acerca de como o contexto social é imprescindível na atividade científica.

Enquanto explica o modelo cosmológico de Descartes por slides, o professor vai montando no quadro branco um mapa conceitual (vide anexo 1) com os principais conceitos apresentados, para que os alunos copiem. Outra alternativa é que o professor comece o mapa e cada aluno dê continuidade em seu caderno, o que serviria de avaliação no final da aula.

### Recursos técnico-pedagógicos

Datashow, notebook, quadro branco, pincel, vídeos.

## CONTEÚDO: ESTRUTURA DO SISTEMA SOLAR

### 3º ENCONTRO

Tema: Modelo do Sistema Solar de Isaac Newton - 1 Aula / 45 min

### Sondagem Inicial

Inicialmente, os alunos serão questionados sobre seu conhecimento prévio da lei da gravitação universal de Isaac Newton: Por que os corpos sempre caem em direção à Terra? O que faz os planetas orbitarem o Sol?

Em seguida será analisada a primeira estrofe da canção O segundo Sol, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=6zvTGQh5fHw>. De que forma um outro Sol, ou estrela, poderia “realinhar” as órbitas dos planetas? Que força ele exerceria ?

### Motivação

Posteriormente o professor explicará através de slides as críticas de Newton ao modelo do sistema solar proposto por Descartes. Alguns questionamentos serão apresentados aos alunos:

- Que ideias à priori influenciaram as pesquisas de Newton?
- A religião teve alguma influência nas ideias de Newton?
- Por que as leis da física são expressas em linguagem matemática?
- É possível usar a matemática para fazer previsões sobre o comportamento dos corpos (como planetas e cometas)?

Ao mesmo tempo os alunos terão contato com os conceitos de força e atração gravitacional. Assim como na aula anterior o professor vai montando um mapa conceitual no quadro durante a aula (vide anexo 2).

### Estratégias

A principal estratégia será o debate professor-aluno e aluno-aluno. Os estudantes serão estimulados a procurar compreender como são formuladas as leis da física e como a matemática é importante na evolução das pesquisas físicas.

### **Recursos técnico - pedagógicos**

Data show, retroprojektor, notebook, quadro branco, pinceis e livro texto.

## **CONTEÚDO: FORMAÇÃO E ESTRUTURA DO SISTEMA SOLAR**

### **4º ENCONTRO**

Tema: Modelo do Sistema Solar de Immanuel Kant - 1 Aula / 45 min

### **Sondagem Inicial**

Primeiramente será analisado o vídeo “O Que é Iluminismo?”, disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=au5XcZfax3w>, para que os alunos tenham conhecimento da importância desse movimento intelectual do século XVIII.

### **Motivação**

Em seguida será apresentado o modelo do Sistema Solar de Kant, presente em seu livro *Teoria do Céu*, e como o pensamento desse filósofo estava inserido no contexto do Iluminismo. Também serão apresentadas suas concepções *a priori* e suas ideias religiosas e como elas influenciaram suas ideias de filosofia natural.

### **Estratégias**

O foco das interações aluno-professor e aluno-aluno devem ser compreender como o modelo de Kant procurou (assim como o de Descartes) explicar a origem do Universo, mas seguindo o rigor matemático de Newton, de forma abrangente, descritiva procurando envolver observações astronômicas e conhecimento de física da época. Como nas aulas anteriores o professor montará um mapa conceitual durante a aula (vide anexo 3).

### **Recursos técnico - pedagógicos**

Data show, retroprojektor, notebook, quadro branco, pinceis e livro texto.

## **5º ENCONTRO**

Tema: Avaliação das Três Aulas Anteriores - 1 Aula / 45 min

### **Avaliação**

Além de avaliar a participação individual dos alunos nas aulas o professor proporá aos alunos uma encenação em forma de julgamento onde a turma se dividirá em três grupos, onde cada grupo fará a defesa argumentativa (em no máximo em 15 minutos) de um modelo do Sistema Solar (Descartes, Newton ou Kant) baseado no que foi visto em sala de aula ou pesquisado em casa. Os grupos podem apresentar oralmente ou montar vídeos ou slides para ilustrar suas ideias. Além de defender seu modelo os alunos poderão apontar as limitações dos outros modelos.

## REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. Trad. Alfredo Bosi. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- CLARKE, Arthur Charles. **O Outro Lado do Céu**. Trad. Jorge Luiz Calife. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1985.
- MARTINS, Roberto de A. **Universo: teorias sobre sua origem e evolução**. São Paulo: Moderna, 1997.

## ANEXOS

### Anexo 1 – texto “A Estrela”

*Arthur Charles Clarke*

Estamos a 3.000 anos-luz do Vaticano. Um dia, acreditei que o espaço não tinha poderes sobre a fé, assim como acreditava que os céus proclamariam a glória da obra de Deus. Agora, já vi essa obra e minha fé se encontra seriamente abalada. Olho para o crucifixo, suspenso na parede da cabine, acima do computador Mark VI, e pela primeira vez em minha vida me pergunto se não será um símbolo vazio.

Ainda não contei a ninguém, mas a verdade não pode ser escondida. Os fatos estão lá para todos lerem, registrados em quilômetros sem conta de fita magnética e nos milhares de fotografias que transportamos de volta à Terra. Outros cientistas poderão interpretá-las tão facilmente quanto eu, e não serei eu quem vai compactuar em ocultar a verdade, fato quase sempre responsável pela má fama da nossa ordem nos velhos dias.

A tripulação já se encontra suficientemente deprimida e não sei como eles aceitarão esta ironia final. Poucos dentre eles possuem qualquer tipo de fé religiosa e, no entanto, não encontrarão prazer em usar essa arma final em sua campanha contra mim. Aquela guerrinha particular, bem-humorada, mas de fundamental importância, que transcorreu durante todo o caminho desde a Terra. Eles achavam divertido ter um jesuíta como astrofísico-chefe: o Dr. Chandler, por exemplo, nunca se acostumou com isso (por que será que os médicos são tão ateus?). Algumas vezes ele me encontrava no convés de observação, onde as luzes eram sempre

reduzidas, de modo a que as estrelas pudessem brilhar em toda a sua glória. Ficava ao meu lado na penumbra, olhando através da grande janela oval para os céus que se moviam lentamente à nossa volta, enquanto a nave girava, com a rotação residual, que nunca nos incomodaríamos em corrigir.

– Bem, padre – dizia ele, afinal -, parece prolongar-se para sempre, não? Talvez *alguma coisa* o tenha criado. Mas como pode acreditar que essa alguma coisa tenha um interesse especial por nós e nosso mundinho miserável, nunca poderei entender.

E a discussão começava enquanto, lá fora, estrelas e nebulosas giravam em seus arcos eternos e silenciosos, além do plástico claro e sem falhas da vigia de observação.

Acredito que, em grande parte, era a aparente incongruência de minha posição que fazia a tripulação achar a coisa tão divertida. Seria inútil eu chamar a atenção para os meus três artigos publicados no jornal de Astrofísica ou os cinco no Notícias Mensais da Real Sociedade Astronômica. Lembrava-lhes que a minha ordem era famosa há muito tempo por seus trabalhos científicos. Nós podemos ser poucos agora, mas desde o século XVIII temos feito contribuições à astronomia e à geografia que parecem fora de proporção com o número de nossos quadros. Será que meu relatório sobre a nebulosa Fênix vai pôr fim a nossos mil anos de história? Porá fim, receio, a muito mais que isso.

Não sei quem deu esse nome à nebulosa, que me parece muito inadequado. Se contém alguma profecia, é coisa que não será verificada durante vários bilhões de anos. Mesmo a palavra nebulosa é um engano: trata-se de um objeto muito menor do que aquelas estupendas nuvens de poeira – a matéria-prima das estrelas ainda por nascer – que se espalham ao longo da Via-Láctea. Na escala cósmica, de fato, a nebulosa Fênix é algo pequeno – uma tênue concha de gás envolvendo uma única estrela...

Ou o que sobrou de uma estrela...

O retrato de Loyola feito por Rubens parece zombar de mim, suspenso ali, acima dos registros do espectrofotômetro. O que tu terias feito, padre, com este conhecimento que veio às minhas mãos, tão longe do pequeno mundo que foi todo o universo que conheceste? Teria tua fé se erguido ante o desafio onde a minha falhou?

Teu olhar se perde na distância, padre, mas eu viajei por uma distância além de qualquer uma que pudeste ter imaginado ao fundar a nossa ordem, há mil anos. Nenhuma outra nave de pesquisa esteve tão longe da Terra. Encontramo-nos nas fronteiras do universo explorado. Partimos para encontrar a nebulosa Fênix, tivemos sucesso e agora voltamos com o peso de nossos conhecimentos. Quisera eu poder erguer esse peso dos meus ombros, mas é em vão que te chamo através dos séculos e anos-luz que nos separam.

No livro que seguras, as palavras são nítidas: AD MAIOREM DEI GLORIAM, diz a mensagem, mas é uma mensagem em que não mais posso crer. Poderias ainda acreditar nela se pudesses ver o que encontramos?

Nós sabíamos, é claro, o que era a nebulosa Fênix. Apenas em nossa galáxia, a cada ano, mais de 100 estrelas explodem, queimando durante algumas horas ou dias com milhares de vezes o seu brilho normal antes de mergulharem na morte e na obscuridade. Essas são as novas normais, desastres comuns no universo. Já gravei espectrogramas e curvas de luminosidade de dúzias delas, desde que comecei a trabalhar no observatório lunar.

Mas três ou quatro vezes a cada mil anos ocorre alguma coisa, ao lado da qual até mesmo uma nova empalidece na total insignificância.

Quando uma estrela se torna supernova, ela pode brilhar brevemente mais que todos os sóis reunidos na galáxia. Os astrônomos chineses observaram isso acontecer no ano 1054 d.C. sem conhecerem a razão do que viam. Cinco séculos depois, em 1572, uma supernova explodiu na constelação de Cassiopeia, tão brilhante que podia ser vista à luz do dia. E houve mais três durante os mil anos que se passaram desde então.

Nossa missão era visitar o remanescente de semelhante catástrofe, tentando reconstruir os eventos que haviam conduzido a ela para, se possível, aprender sua causa. Entramos lentamente através das conchas concêntricas de gás que haviam sido lançadas para fora há seis mil anos e ainda se expandiam. Ainda estavam imensamente quentes, irradiando mesmo agora numa violenta luz violeta, mas eram demasiado tênues para nos causar qualquer dano. Quando uma estrela explode, suas camadas externas são impulsionadas para fora com tamanha velocidade que escapam completamente ao seu campo gravitacional. Agora formavam essa concha oca, grande o suficiente para envolver mil sistemas solares. Em seu centro queimava o objeto pequeno e fantástico em que a estrela se tornara. Uma anã branca, menor do que a Terra e no entanto pesando um milhão de vezes mais.

As conchas de gás luminoso nos envolviam banindo a noite normal do espaço interestelar. Voávamos para o centro de uma bomba cósmica que detonara há milênios, e cujos fragmentos incandescentes ainda se expandiam. A imensa escala da explosão e o fato de que os resíduos já cobriam um volume de espaço com muitos bilhões de quilômetros de diâmetro roubavam à cena qualquer movimento visível. Levaria décadas para que a visão pudesse discernir qualquer movimento nesses tortuosos filamentos e redemoinhos de gás. E, no entanto, o sentimento de uma expansão turbulenta era irresistível.

Havíamos verificado nossa direção básica horas atrás e agora flutuávamos lentamente rumo à pequenina e ferosa estrela à nossa frente. Ela já fora um sol como o nosso, mas consumira em algumas horas toda a energia que a teria mantido brilhando por um milhão de anos. Agora se tornara avarenta e encolhida, reunindo seus recursos como se tentasse compensar os excessos de uma juventude perdulária.

Ninguém esperava seriamente que pudéssemos encontrar planetas. Se houvesse existido algum antes da explosão, teria sido cozido em sopros de vapor e sua substância dissolvida em meio aos resíduos da estrela. Ainda assim fizemos a busca automática, como sempre fazemos ao nos aproximarmos de um sol desconhecido. Dentro em pouco localizamos um mundo pequeno, circundando a estrela a imensa distância. Ele devia ter sido o Plutão desse desaparecido sistema solar, orbitando nas fronteiras da noite. Demasiado afastado do sol central para jamais ter conhecido a vida, sua distância salvara-o do destino que consumira todos os seus companheiros.

A passagem do fogo queimara suas rochas, dissolvendo o manto de gás congelado que devia cobri-lo nos dias anteriores ao desastre. Nós pousamos e descobrimos a Cripta.

Seus construtores se haviam assegurado de que isso ocorreria. O marco monolítico erguido acima da entrada não passava agora de um toco fundido, mas mesmo nossas fotos de longa distância já nos revelavam existir ali o trabalho de uma inteligência. Pouco depois detectamos o padrão de radioatividade, amplo como

um continente, que fora embutido na rocha. Mesmo que o pilar acima da Cripta tivesse sido destruído, essa energia teria permanecido, um eterno e irremovível farol acenando para as estrelas. Nossa nave mergulhou como uma flecha em direção a esse gigantesco alvo.

O pilar devia ter uma altura de 1,5 km quando foi construído. Agora parecia uma vela que se derreteria até formar um monte de cera. Levamos uma semana para perfurar a rocha fundida, já que não tínhamos ferramentas adequadas para essa tarefa. Éramos astrônomos, não arqueólogos, mas podíamos improvisar. Nosso propósito original fora esquecido: esse monumento solitário, erguido com tamanho esforço à maior distância possível do sol condenado, só poderia ter um significado. Uma civilização que tinha consciência de seu fim próximo fizera ali seu último apelo à imortalidade.

Examinar todos os tesouros depositados na Cripta será trabalho para gerações. Eles tiveram muito tempo para se preparar, já que seu sol deve ter dado os primeiros avisos muitos anos antes da detonação final. Tudo o que desejavam preservar, todos os frutos de seu gênio, eles depositaram ali, naquele mundo distante, dias antes do fim, na esperança de que alguma outra raça os encontrasse, para que não fossem inteiramente esquecidos. Teríamos nos portado desse modo? Ou teríamos nos perdido em nossa própria autocomiseração, incapazes de pensar num futuro que nunca poderíamos ver ou compartilhar?

Se ao menos eles tivessem tido um pouco mais de tempo ... Podiam viajar livremente entre os planetas de seu próprio sol, mas ainda não haviam aprendido a cruzar os golfos interestelares, e o sistema solar mais próximo encontrava-se a 100 anos-luz de distância. Mas mesmo que possuíssem o segredo do impulso transfinito, não mais que uns poucos milhões poderiam ter sido salvos. Talvez tenha sido melhor assim.

Mesmo que eles não fossem tão perturbadoramente humanos, como revelam suas esculturas, não poderíamos deixar de admirá-los e lamentar seu destino. Eles deixaram milhares de registros visuais, juntamente com minuciosas máquinas para projetá-los. Havia instruções pictóricas, de modo que não fosse difícil aprender a sua linguagem escrita. Temos examinado muitas dessas gravações, trazendo de volta à vida, pela primeira vez em seis mil anos, todo o calor e a beleza de uma civilização que, em muitos aspectos, deve ter sido bem superior à nossa. Talvez eles tenham deixado apenas seu lado melhor, mas ninguém poderá condená-los por isso. Seus mundos, contudo, eram adoráveis e suas cidades, erguidas com uma graça que iguala qualquer coisa já feita pelo homem. Nós os observamos no trabalho e nas diversões, ouvimos sua linguagem musical soando através dos séculos. E uma cena permanece ante meus olhos. Um grupo de crianças numa praia de estranha areia azul, brincando nas ondas como as crianças brincam na Terra. Há uma fileira de árvores exóticas, que lembram chicotes, ao longo da praia, e algum animal muito grande aparece, atravessando os baixios, sem atrair atenção.

Mergulhando no mar, ainda cálido e generoso, vemos o sol que logo se tornaria traidor, apagando toda essa felicidade inocente.

Talvez se não estivéssemos tão longe de casa, e, portanto tão vulneráveis à solidão, não ficássemos tão profundamente comovidos. Muitos de nós já observaram as ruínas de antigas civilizações em outros mundos, mas elas nunca nos afetaram tão profundamente. Essa tragédia era única. Uma coisa é uma raça falhar e morrer, como nações e culturas já o fizeram na Terra. Mas ser destruída tão

completamente, em pleno ápice de seu desenvolvimento, sem deixar qualquer sobrevivente – como tal coisa poderia conciliar-se com a misericórdia divina?

Meus colegas já perguntaram isso e eu dei as respostas que pude. Talvez tivesses feito melhor, padre Loyola, mas nada encontrei no Exercitia Spiritualia que me ajudasse nessa tarefa. Eles não eram gente má: não sei que deuses adoravam, se é que adoravam algum. Mas tenho olhado para eles através do abismo dos séculos e vi a beleza que preservaram em seu último esforço sendo de novo trazida à luz de seu sol encolhido. Eles poderiam ter-nos ensinado tanto. Por que foram destruídos?

Conheço as respostas que meus colegas darão quando estiverem de volta à Terra. Dirão que o universo não possui propósito ou plano, e que de vez que 100 sóis explodem, a cada ano, em nossa galáxia, neste exato momento alguma raça está morrendo nas profundezas do espaço. Se essa raça fez o bem ou o mal durante sua existência, não faz qualquer diferença no final. Não há justiça divina porque não existe Deus.

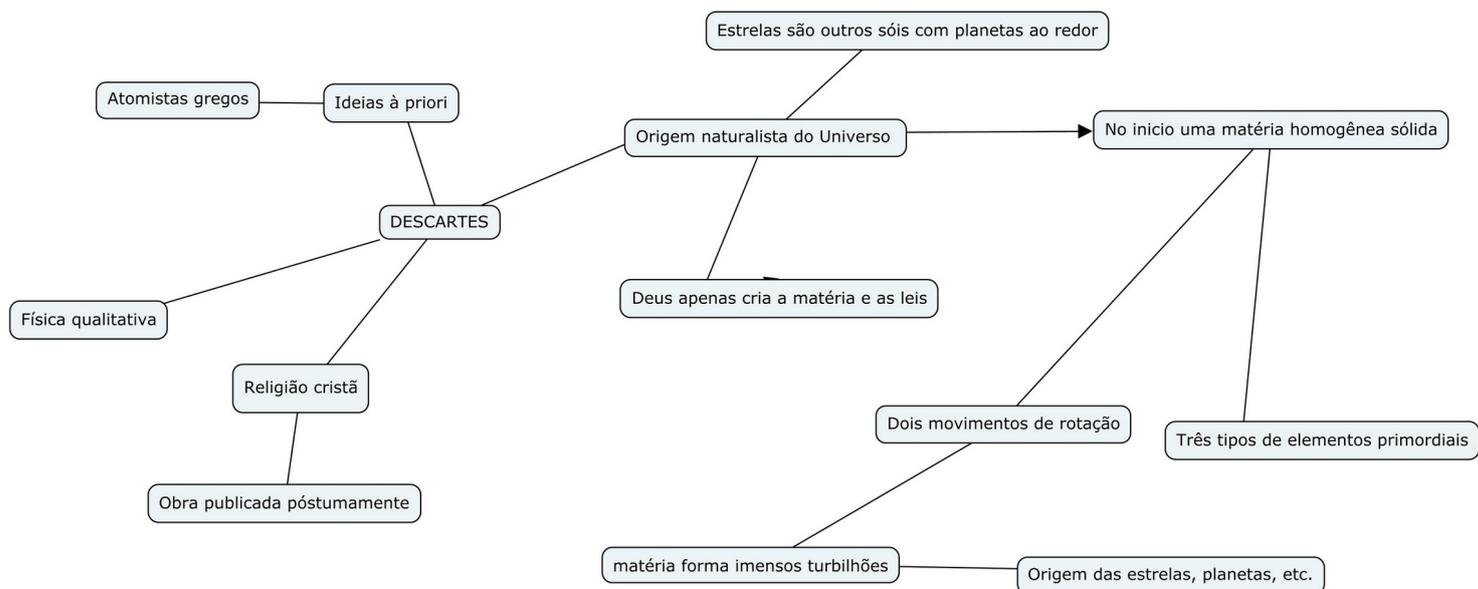
É claro que o que vimos não prova nada disso. Qualquer um que assim afirme está sendo influenciado pela emoção, não pela lógica. Deus não necessita justificar suas ações perante o Homem. Ele, que construiu o universo, pode destruí-lo quando quiser. Constitui arrogância – perigosamente próxima da blasfêmia – pensar que podemos dizer o que Ele pode ou não fazer.

Isso eu teria aceito, não importando quão dolorosa fosse a perspectiva de mundos inteiros, juntamente com seus povos, sendo lançados em fornalhas. Mas chega um ponto em que até mesmo a mais profunda fé pode vacilar, e agora, quando olho para os cálculos colocados diante de mim, percebo que afinal cheguei a esse ponto.

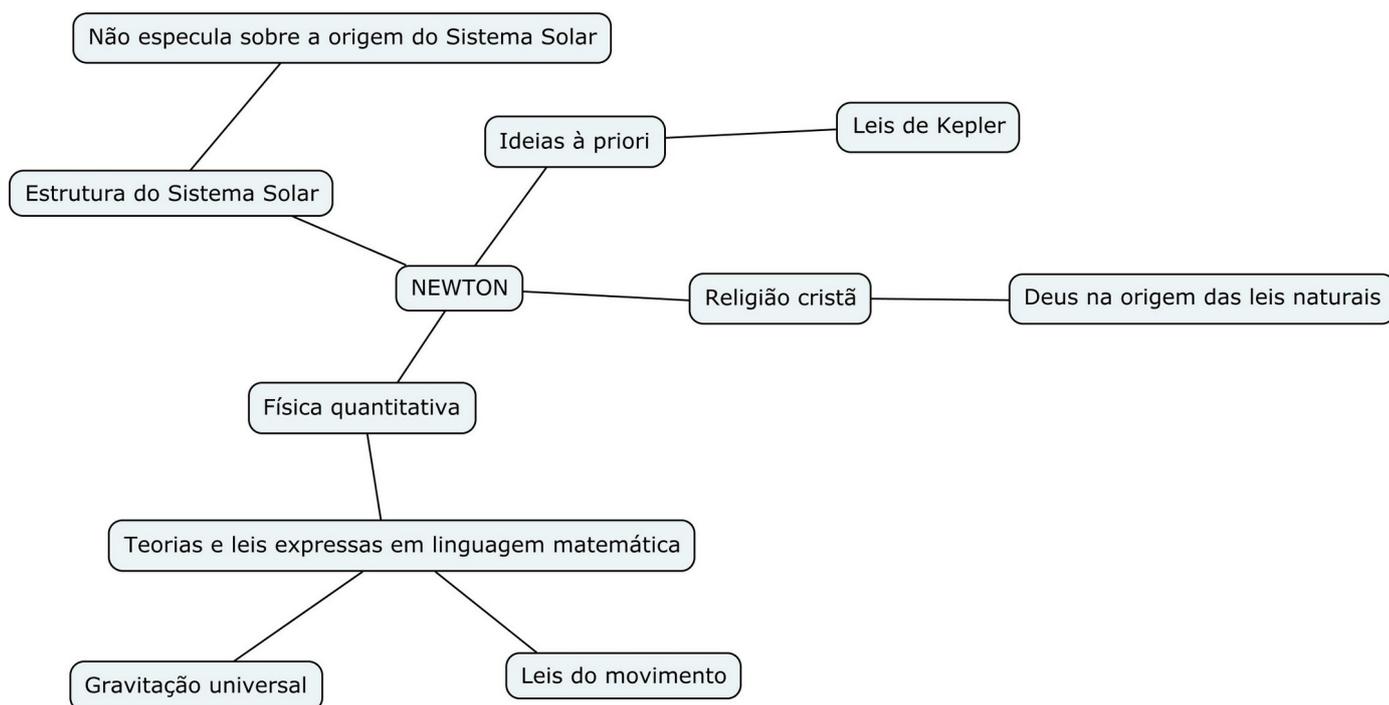
Não podíamos dizer, antes de alcançar a nebulosa, há quanto tempo ocorrera a explosão. Agora, partindo da evidência astronômica e dos registros nas rochas daquele único planeta sobrevivente, fui capaz de datá-la com precisão. E sei em que ano a luz desse incêndio colossal chegou à Terra. Sei o quanto essa supernova, cujo cadáver agora se apaga atrás de nossa nave em aceleração, deve ter brilhado nos céus da Terra. Sei como deve ter fulgurado, baixa sobre o horizonte do leste, antes do nascer do Sol, como um farol na alvorada oriental.

Não pode haver mais dúvida. O mistério ancestral foi finalmente solucionado. E no entanto, ó Deus!, havia tantas estrelas que poderias ter usado. Qual a necessidade de lançar essas pessoas ao fogo para que o símbolo de sua morte pudesse brilhar acima de Belém?

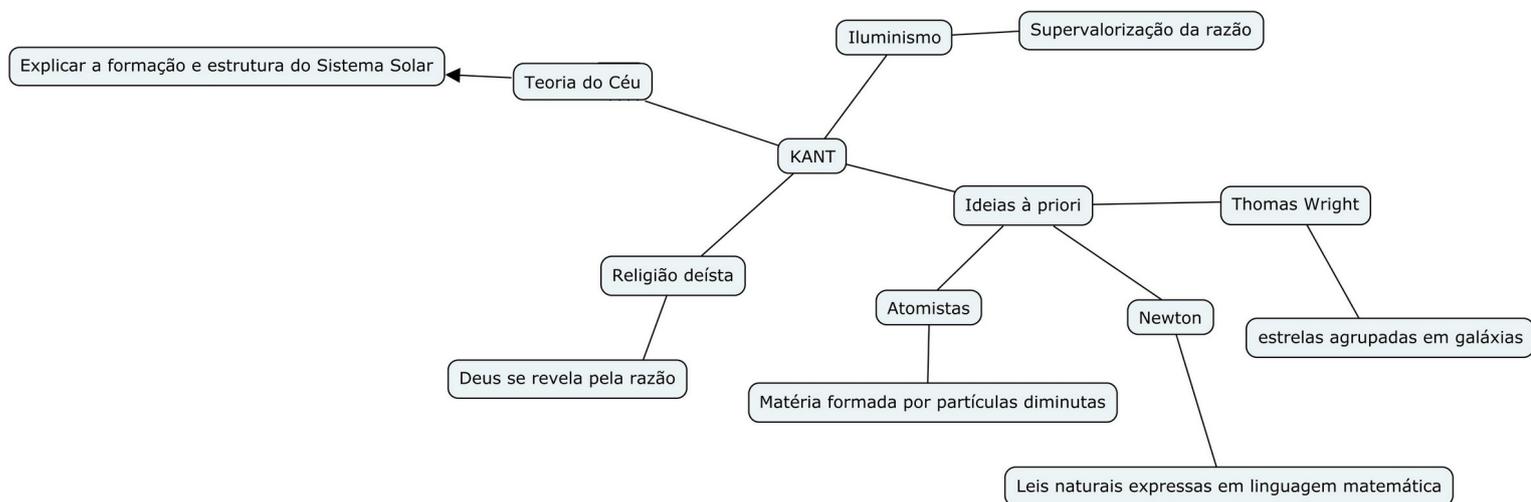
## Anexo 2: mapa conceitual Descartes



### Anexo 3: mapa conceitual Newton



### Anexo 4: mapa conceitual Kant



### AGRADECIMENTOS

À professora Ana Paula Bispo da Silva pelas leituras sugeridas ao longo dessa orientação e pela dedicação.

Aos professores da Universidade Estadual da Paraíba de quem tive o privilégio de ser aluno.