



## O denso e o raro no debate das irregularidades da superfície da Lua

Fernando Halben Guerra

### Resumo

Este estudo é parte de uma pesquisa que venho realizando sobre o tratado a respeito da flutuação dos corpos de Galileu. Este em 1611 participa de uma polémica com os aristotélicos a respeito da flutuação dos corpos, que colocava novamente o assunto do denso e raro, levando 'a discussão sobre a natureza da superfície lunar, pois a filosofia aristotélica considerava a Lua um corpo celeste e por isso sua superfície seria totalmente esférica. Galileu com a sua luneta interpretava que a lua possuía vales e montanhas.

### Palavras Chaves

Aristóteles, densa, lua, sublunar e celeste.

### Summary

This study is part of a research about Galileo's body fluctuation essay. In 1611 he took apart of a polemic discussion with the Aristotelian about the body fluctuation which questioned once again the issue of the dense and rare, driving the discussion about the nature of the lunar surface. The Aristotelian philosophy considered the Moon as a celestial body, therefore its surface would be totally spherical. Galileo, through his telescope assumed that the Moon had valleys and mountains.

### Key Words

Aristotle, dense, moon, sublunary and celestial.

Para compreender melhor a posição dos aristotélicos deve-se procurar no próprio Aristóteles quando este trata do assunto. Isso é encontrado principalmente no *De Caelo*, *Meteorologica*, *Fisica* e *Geração e Corrupção*.

Na *Meteorologica* nos deparamos com Aristóteles expondo sobre coisas solidificadas. A liquefação toma duas formas a da condensação em água e outra da fusão de um sólido. Ocorre a condensação quando o ar é esfriado, enquanto fusão é explicada ao mesmo tempo como solidificação. O que solidifica é ou um líquido aquoso ou um composto de terra e água, sendo que a causa ou é o calor seco ou pelo frio. Desta maneira as coisas que solidificam devido ao quente ou frio, aquelas que dissolvem são dissolvidas pela propriedade oposta; portanto, aquela que solidifica devido ao calor seco são dissolvidas pela água, que é, por frio úmido, como ainda, aqueles que solidificam devido ao frio são dissolvidos pelo fogo, que é, pelo quente (ARISTÓTELES, *Meteorologica*, IV, 6, 382b28).

Deste modo, Aristóteles argumenta que líquidos aquosos não são solidificados pelo fogo, mas dissolvidos pelo fogo, pois a mesma causa atuando sobre a mesma substancia do mesmo modo não pode produzir efeitos opostos. Mais do que isto, é a diminuição de calor que solidifica-os, já o aumento de calor liquefaz-os; portanto o frio é a causa da solidificação. A razão disto é que líquidos aquosos quando solidificam não aumentam em densidade, para aumentar em densidade só ocorre quando o

líquido em estado de vapor em uma coisa evapora e seu seco constituinte é compactado mais junto e somente fluidos aquosos não aumentam em densidade. A este respeito Lee, em uma nota de rodapé, afirma que

*Aristóteles distinguiu entre solidificação e engrossamento ou aumento de densidade e diz que líquidos aquosos são suscetíveis para o primeiro, mas não para o segundo (LEE, pp. 320-321).*

A respeito dos contrários Aristóteles nos afirma que a água é contrária ao fogo e a terra ao ar, pois são compostos de afecções contrárias. Entretanto são quatro, cada uma delas possui uma afecção que lhe é própria, de forma que

*A terra possui a afecção do seco mais que a do frio, a água a do frio mais que a do úmido, o ar do úmido mais que a do quente e o fogo a do quente mais que a do seco (ARISTÓTELES. Geração e Corrupção, II. 3 331a1-7).*

Já no livro III do *De Caelo*, Aristóteles afirma que o grave é de certo modo denso e o leve, raro; o denso distingue-se do raro na medida em que há uma maior quantidade de matéria no mesmo volume (cf. ARISTÓTELES, *De Caelo*, III. 1, 299b10). Ainda a respeito dos corpos densos diz, no livro IV da mesma obra, que alguns corpos que têm menor volume apresentam-se mais pesados. É verdade que não basta declarar que os corpos do mesmo peso constem de igual número de partes primeiras, apresentado assim seriam iguais em volume. Pode-se citar assim, Aristóteles, para exemplificar que

*... corpos são feitos leves pelo vazio contido dentro deles, que explicam os corpos maiores às vezes sendo os mais leves que contém mais vazio. Por esta razão também são maiores na maior parte embora possam ser compostos do mesmo número de partículas sólidas como outro corpo, ou até mesmo menos. Em geral, a razão para algo ser mais leve do que outro é que há mais vazio dentro dele. Aquela é a teoria como colocam-na, mas devemos acrescentar em sua explicação que, se a coisa é para ser mais leve, deve conter não somente mais vazio, mas também uma menor quantidade de corpo sólido (ARISTÓTELES, *De Caelo*, IV. 2, 309a5-12).*

A admissão que o frio pode ser uma causa de rarefação em substituição de condensação, podia insinuar uma anomalia fundamental da explicação do fenômeno sublunar de Aristóteles (BIAGIOLI, 1993, p.171). Os aristotélicos, não por acaso, recusam terminantemente que a densidade do gelo tem algo a ver com sua flutuação na água. Sustentam que a flutuação do gelo era causada pela sua figura.

Contudo não era a primeira vez que a controvérsia com os aristotélicos envolvia o tema da densidade e da rarefação. Antes do debate sobre a flutuação dos corpos este assunto já aconteceu, pois densidade e raridade são qualidades que existem nos corpos celestes. Os peripatéticos diziam que as estrelas são meramente partes mais densas da sua região do céu. Este tema reaparece com as novas observações astronômicas do corpo lunar efetuadas por Galileu.

### **Cosmologia: o caso da desigualdade da lua**

O debate sobre se a lua tinha ou não, irregularidades em sua superfície, remete as concepções cosmológicas entre os aristotélicos e Galileu. Este tinha

perante si toda uma tradição. Galileu defendendo a concepção copernicana, enquanto Bellarmino defendia um sistema que era compatível com o de Brahe (BALDINI, pp 293-305).

Mas qual era a relação entre o Colégio Romano e a concepção astronômica de Tycho Brahe? Clavio e o astrônomo dinamarquês não se corresponderam, há apenas uma carta de Tycho a Clavio, que Clavio aparentemente nunca respondeu. Entretanto utilizaram-se intermediários, pois ambos mantiveram correspondência com Magini, que relatou as atividades e opiniões de Tycho.

Clavio, na edição mais antiga de sua *Sphaera*, citou e elogiou os trabalhos observacionais de Tycho sobre o mapeamento estelar, chamando-o de um astrônomo eminente de nosso tempo (CLAVIO, *Sphaera*, 1611, p.74 apud LATTIS, p 206).

A influência inicial tychonica é evidenciada pelo tratado manuscrito do jesuíta romano Cristoforo Borro (1612). Este revê as três hipóteses a respeito das orbitas celestes, primeiro, a copernicana, então a ptolomaica, finalmente a tychonica. Nega o sistema copernicano, com considerações breves, em aparente acordo com a opinião de Clavio, que o terceiro movimento terrestre de Copérnico é incompreensível e ainda enfatiza que a teoria copernicana contradiz as palavras da escritura, tecendo alguns exemplos. Já sua exposição a respeito do sistema ptolomaico é um pouco mais detalhada. Explica que Peurbach é o primeiro autor ptolomaico, explica a teoria deste, não porque são verdadeiras, mas porque são mais fáceis de se entender. Sem alguma surpresa, Borro segue Clavio ao revisar a astronomia ptolomaica. Não assume o sistema ptolomaico e nem aceita o copernicano, assim acompanha o admirável sistema de Tycho. Deste modo, Borro descreve o sistema tychonico e sustenta um diagrama, tomando cuidado, em mostrar a esfera de marte interceptando a esfera do Sol. Borro concorda com Tycho que não há céus duros e sólidos em que as estrelas estejam encravadas; imagina que exista uma atmosfera etérea muito fluida e evidentemente muito mais simples.

O texto de Borro demonstra que o sistema tychonico, que tornaria-se largamente aceito pelos jesuítas astrônomos por muitas décadas no século XVII, isto ocorreu muito cedo no Colégio Romano, na verdade, mais cedo do que as descobertas de Galileu, pois Borro as enfrenta em 1605.

Quando Clavio efetua aquela afirmação em sua *Sphaera*, onde após enumerar as descobertas de Galileu, reconhecendo o significado das observações de Galileu para a astronomia teórica, faz com que este fato provoque interpretações conflitantes, tanto entre seus contemporâneos, como entre alguns historiadores modernos de astronomia. Robert Westman, diz que, Clavio afirma que as observações telescópicas de Galileu foram acomodadas ao novo sistema de mundo, já William Donahne julga que as considerações de Clavio sugerem a adoção do sistema tychonico<sup>1</sup>. Entretanto, mais radicalmente, Pasquale D' Elia declara sem dúvida alguma que antes de sua morte, Clavio havia chegado a considerar a necessidade de fazer modificações das antigas posições para adotar o sistema copernicano (D' ELIA, *Galileo in Cina*, pp14-15, n.3, ver também prefácio, vii).

Apesar de respeitar as opiniões dos comentadores, antigos e modernos, vê-se que os termos de Clavio em momento algum mencionam um novo sistema de mundo, pois afirma apenas o arranjo das esferas celestes e de sua consistência com o fenômeno. O que se pode afirmar sem nenhuma dúvida, é que após 1610 até a metade de 1611, Clavio e os jesuítas romanos avaliaram seriamente e então publicamente aceitaram as descobertas telescópicas de Galileu, influenciando outros a fazerem o mesmo.

---

<sup>1</sup> Conferir Westman, *Copernican and the churches*, p.95 e Donahne, *Dissolution of the celestial spheres*, p.108.

Durante o verão de 1610, Clavio e seus colegas tentaram sem sucesso, repetir as observações de Galileu. Foram, provavelmente, ao menos em parte, pelo pedido de Welser em março para tecerem uma opinião a respeito do assunto. Em uma carta de 17 de setembro de 1610, Galileu deu a Clavio algumas indicações sobre o uso efetivo de um telescópio para observações astronômicas. Galileu escutou de Antonio Santini que os jesuítas romanos não obtinham sucesso ainda em ver os satélites jovianos. Não surpreendeu-se e sugere que a dificuldade fosse devido a um telescópio de baixa qualidade ou a um fraco suporte. Galileu percebe que um suporte firme é totalmente necessário, pois quando segurado pela mão, mesmo sendo equilibrado sobre um muro, o mero movimento do batimento cardíaco pode fornecer uma imagem inobservável. Galileu concluiu, expressando sua esperança, em chegar a Roma e pessoalmente demonstrar a verdade de suas descobertas (EN, X, p.431).

Os astrônomos do Colégio Romano usam o telescópio durante o verão de 1610, o primeiro telescópio foi feito no próprio Colégio Romano. Em 22 de janeiro de 1611, Christoph Grienberger, sucessor de Clavio, escreveu a Galileu que quando retornou a Roma da Sicília no outono de 1610, ensinou "a nós jesuítas, Jovem Paolo Lembo, que antes de ouvir algo sobre [seu instrumento] tinha feito lentes de ver mesmo; não por imitação de outros, mas antes pelo poder de inferir. Observou ambas, as irregularidades lunares e a multidão de estrelas nas Plêiades, Orion, e outras constelações, mas não viu os novos planetas" (EN, XI, pp33-34). A menção de Grienberger do telescópio de Lembo é confirmado por uma carta de fevereiro de 1611, escrito por outro jesuíta romano, Paul Guldin. Se Lembo fez seu primeiro telescópio não por imitação de outros, mas antes pelo poder de inferir, é muito mais duvidoso, mas não muito mais improvável do que Galileu que afirma que construiu seu primeiro telescópio tendo como base a ciência da refração (Sidereus Nuncius, p.38).

Portanto, para compreender-se a contenda, talvez seja melhor perceber como o universo aristotélico era concebido.

### **Universo Aristotélico**

O mundo aristotélico é esférico, finito, composto de uma série de esferas cristalinas concêntricas girando eternamente ao redor da Terra imóvel. Nesta concepção de mundo, céu e Terra são muito diferentes. Ao começar pela matéria, no mundo sublunar temos os quatro elementos (terra, água, ar e fogo) e no supra-lunar tem-se o éter. Na região sublunar a água encontra-se imediatamente sobre a terra, o ar sobre ambas, sendo seguido pelo fogo na camada mais externa. O fogo está em contato com a esfera que leva consigo a Lua, limite inferior do mundo celeste. Acima dela estão as esferas de cada um dos astros errantes (planetas) e após a esfera de Saturno, tem-se a esfera que carrega todas as estrelas fixas. Os dois mundos estão assim em regiões bem diferentes, sendo que tudo o que há abaixo da esfera da Lua está sujeito aos quatro tipos de mudança previstos na Física. Já na região celeste, a única mudança que pode haver é a do movimento circular eterno.

No De Caelo, a teoria aristotélica dos movimentos naturais é o primeiro passo no sentido de distinguir céu e terra. Os movimentos podem ser simples ou compostos. Cada movimento simples é retilíneo ou circular. O movimento retilíneo pode ser para cima ou para baixo. Já o movimento circular não admite subdivisões, pois este não possui contrários. Para cima e para baixo em referência ao centro do mundo; considera-se para cima o movimento que se afasta do centro, enquanto que para baixo é o que se aproxima do centro.

Deve-se atentar que cada movimento pressupõe a existência de um corpo, pois não podem existir movimentos separados dos corpos, como também não existem corpos privados de movimento. Cada movimento está relacionado a um corpo, essa

correspondência é de movimento simples em corpos simples, movimento composto em corpo composto. Um corpo simples não pode ter segundo natureza a não ser um movimento simples, como um movimento simples é próprio de um corpo simples.

Os movimentos simples são cinco, pois qualquer movimento está relacionado a um corpo, se estes são cinco, serão cinco os corpos simples e cada um deles possuem segundo natureza um daqueles movimentos. Desta maneira, dizer corpos simples é o mesmo que dizer elemento, pois elemento não é senão um corpo qualitativamente homogêneo, não divisível em partes especificamente diversas. Logo o mundo é constituído fundamentalmente destes cinco elementos, não podendo existir outros.

Os quatro elementos do mundo sublunar tem movimento retilíneo: terra e água movem-se para baixo, ar e fogo para cima. Em outros termos, terra e água são pesados, ar e fogo leves.

Distingue-se um peso e uma leveza absoluta por um peso e uma leveza relativa. Pesado em absoluto é a terra, leve em absoluto é o fogo; na medida que a terra é o elemento que repousa no fundo, sobre todos os corpos, o fogo é aquele que coloca-se acima de todos os outros. Água e ar são apenas relativamente um de peso, o outro de leveza. Então, temos que a água é pesada em relação ao ar e ao fogo, mas é leve em relação à terra. O ar é leve em relação a terra e a água, mas pesado em relação ao fogo.

Tem-se ainda o movimento circular que corresponde a um quinto elemento simples, que seja dotado por natureza deste movimento, que Aristóteles identifica com o éter. Esse constitui a última esfera celeste, ou céu das estrelas fixas.

Em Aristóteles os movimentos naturais retilíneos caracterizam peso e leveza, já o movimento natural circular, é caracterizado pela ausência de peso e leveza. Com base nas diferenças entre os movimentos retilíneos e circulares, Aristóteles efetua a distinção essencial entre céu e terra, afirmando que

*... movimento circular deve ser fundamental. Aquele que é completo é anterior em natureza ao incompleto e o círculo é uma figura completa, enquanto que a linha reta não pode ser assim. Uma linha reta infinita não pode, pois para ser completa teria de ter um fim ou conclusão, nem ainda uma finita, pois toda linha finita tem alguma coisa além dela: algumas delas é capaz de ser estendida. Agora se (a) um movimento que é anterior a outro é o movimento de um corpo anterior em natureza, (b) movimento circular é anterior ao retilíneo, (c) movimento retilíneo é o movimento de corpos simples (como por exemplo, fogo move-se em uma linha reta para cima e corpos terrosos movem-se para baixo para o centro), então movimento circular também deve da necessidade ser o movimento de algum corpo simples (Temos de fazer já a reserva que o movimento de corpos compostos é determinado por qualquer corpo simples predominante na mistura). De todas aquelas premissas por isso claramente segue que ali existe alguma substância física além das quatro em nosso mundo sublunar e além disso aquele é mais divino do que, e anterior a todos aqueles (De Caelo, 269a18-30).*

Assim, partindo das diferenças geométricas em ter a reta e o círculo, Aristóteles chega à necessidade do elemento celeste e à sua superioridade – perfeição – ao contrário ao do mundo sublunar que tem como movimento natural o incompleto movimento retilíneo.

Quanto a superioridade dos corpos celestes e como essa teoria articula-se com os princípios mais gerais da Física, fazem parte de um segundo argumento. O movimento circular ainda isenta a matéria celeste de geração e corrupção, pois

... o que é gerado nasce de contrário e um subjacente, e ( ... ) o mesmo se passa com a corrupção: é necessário um subjacente, e há, sob a ação de um contrário, a passagem a um contrário ( ... ) Ora, os contrários tem movimentos contrários ( ... ) se o corpo em questão não pode ter nenhum contrário, uma vez que o movimento circular também não o tem, é com justa razão, sem dúvida que a natureza preservou da contrariedade o ser que não deveria sofrer nem geração nem destruição: a geração e a corrupção se produzem, com efeito, aqui onde há contrários ... (De Caelo, 270a13-22).

A ausência de contrariedade no movimento circular leva Aristóteles a deduzir a ausência de geração e corrupção nos corpos movidos circularmente. Aí que nos deparamos com a teoria aristotélica da mudança, pode-se identificar quatro espécies de mudança: geração e corrupção, alteração, aumento e diminuição, movimento local.

Geração e corrupção ocorre quando coisas individuais chegam a existir e saem da existência. Alteração é mudança de qualidade, como quando o objeto frio torna-se quente. Aumento e diminuição refere-se a mudança quantitativa, isto é, mudança de tamanho, como na rarefação e condensação. Já movimento local é mudança de lugar. Desses quatro tipos de mudança, apenas o movimento local ocorre nos corpos celestes.

Para Aristóteles é preciso que toda mudança seja um processo, isto é, que termine ao atingir seu objetivo, com uma posição de terra quando atinge o solo, seu movimento termina. Para os movimentos locais para cima e para baixo isto é muito apropriado. O movimento circular é colocado fora dessa classificação, pois “todas as coisas cessam de se mover quando atingem seus lugares próprios; entretanto, para o corpo movido circularmente, o lugar de onde partiu é idêntico àquele ao qual chegou” (De Caelo, 279b1-3).

Pode-se afirmar que o movimento circular não é considerado em processo, pois não possui uma meta, continuando eternamente.

A imutabilidade do céu é reforçada, no De Caelo, pelo argumento empírico:

*Em toda a extensão do passado, deve-se crer nos testemunhos que os homens transmitiram uns aos outros, nenhuma mudança foi observada, nem no céu considerado em seu conjunto, nem em qualquer das partes que lhe são próprias (De Caelo, 270b14-16).*

Este argumento da observação, com o da perfeição do movimento circular e a ausência de contrariedade compõe a defesa aristotélica da distinção entre região sublunar e supralunar.

Seguindo esta argumentação, Aristóteles termina por afirmar que em oposição aos quatro elementos, os corpos celestes possuem quatro características. Estes corpos não são nem leves nem pesados, são engendráveis e incorruptíveis, não sofrem mudança quanto à quantidade e são inalteráveis.

Quanto a não serem nem leves nem pesados é preciso buscar o que Aristóteles entende por leve e pesado. Leve é o que se afasta do centro e pesado é o que se dirige para o centro; mais leve é o que se situa sobre todos os outros, e mais pesado é o que se situa abaixo de todos (De Caelo, 269b18-26).

Agora, se são engendráveis e incorruptíveis, e se a geração e corrupção ocorre a partir de contrários, como os contrários possuem movimentos contrários. Mas o movimento circular não tem contrários, logo o corpo que executa um movimento circular não tem contrariedade, por esta razão, não está sujeito à geração e à corrupção.

Já se não sofrem mudança quanto à quantidade, o que aumenta ou diminui o faz através da ação de outra coisa semelhante que junta-se a primeira e sofre uma

dissolução quanto à matéria, mas não há nada do qual sejam gerados os corpos cujo movimento natural é circular (De Caelo, 269a23-25), eles não são gerados absolutamente.

Ainda são inalteráveis os corpos que estão sujeitos a acréscimo e diminuição, são os mesmos que estão sujeitos à alteração qualitativa e por esta razão, os que não estão sujeitos a uma também não são afetados pela outra (De Caelo, 269a26-35).

Aristóteles partiu do movimento circular para chegar às propriedades dos corpos celestes, concluindo que o céu é eterno, imutável e impassível (De Caelo, 270b 1-4). De outra maneira, os corpos formados pelos elementos terrestres estão sujeitos à geração e à corrupção, crescem ou diminuem e mudam continuamente, isto é, estão submetidos aos princípios estabelecidos na Física. Assim as mudanças quanto à essência, à qualidade e à quantidade ficam limitadas ao mundo sublunar.

O universo é finito pelo fato de ser limitado pela esfera das estrelas fixas. A esfera celeste, ou seja, o primeiro móvel, transporta as estrelas fixas e produz aquele movimento que se transmite, por contato, às outras esferas, chegando até o céu da Lua que constitui o limite inferior do mundo celeste. Portanto, por natureza, não se pode imputar a Terra nenhum movimento circular. Ela deve manter-se imóvel no centro do universo.

Aristóteles a respeito da perfeição dos corpos celestes afirma que existem diferentes graus de perfeição e que este grau está vinculado à distância que se encontram da Terra, isto é, quanto mais afastado da Terra maior seria seu grau de perfeição (ARISTÓTELES. *De Caelo*, I. 2 269b 13-18).

### **Histórico da contenda**

Galileu deixa Florença em 23 de março de 1611 com destino a Roma, chegando no dia 29 deste mesmo mês.

Galileu foi recebido com grande júbilo pelos padres do Colégio Romano quando estes confirmaram as descobertas astronômicas galileanas, sendo lida uma exaltação ao Sidereus Nuncius pelo padre Odo van Maelcote, entretanto ocorre uma divergência na interpretação destas observações. Visita Cristoforo Clavio, professor no Colégio Romano<sup>2</sup>.

Roberto Bellarmino consultou os matemáticos do Colégio Romano, pedindo uma apresentação formal sobre as afirmadas descobertas celestes de Galileu. Perguntava entre outras questões se a Lua tinha a superfície áspera e desigual (EN, XI, 1611, p. 87). Os matemáticos do Colégio Romano responderam que:

*... não se pode negar a grande desigualdade da lua; mas parece ao P. Clavio mais provável que não seja a superfície desigual, mas ao invés disso que o corpo lunar não seja uniformemente denso e que haja partes mais densas e mais raras, como são as manchas ordinárias, que se vê a olho nu. Outros pensam ser verdadeiramente desigual a superfície: mas enfim, agora não temos sobre isto tanta certeza, que o possamos afirmar indubitavelmente (EN, XI, 1611, p. 93, grifos meus).*

Aqui temos duas questões: na primeira é a hipótese de Clavio quanto à superfície da lua, já a segunda mostra que mesmo sem ter certeza opta pela defesa do argumento peripatético; neste ponto é preciso lembrar que o Colégio Romano

---

<sup>2</sup> Cristoforo Clavio nasceu em Bamberg em 1537, foi o principal astrônomo em Roma, tendo importante papel na adoção do calendário gregoriano de 1582. Publicou a respeito de aritmética e álgebra. Foi professor de matemática no Colégio Romano até a sua morte em fevereiro de 1612 ( cf. Drake, 1995, p.445).

apesar de ser a ordem religiosa mais aberta para as ciências exatas, também era a defensora mais rígida da ortodoxia católica. O Colégio Romano pretendia utilizar sua competência religiosa para impedir que a ciência moderna assumisse algum significado contrário ao dogma. Além do mais, temos que Bellarmino pertencia à Companhia de Jesus, representante atuante do espírito contra-reformista (GEYMONAT, 1997, p.61).

Bellarmino também havia perguntado se os matemáticos do Colégio Romano aprovavam a multidão de estrelas fixas, invisíveis a olho nu, em particular as da Via Láctea e das nebulosas que seriam um amontoado de diminutas estrelas. E os matemáticos respondem que ao fitar com a luneta (*occhiale*) as nebulosas de Câncer e Plêiades, estas parecem se constituir de muitas estrelas mas, no caso da Via Láctea isso não é seguro, pois parece que são partes mais uniformemente densas, ainda que não se possa negar que não se encontrem ainda na Via Láctea muitas dessas diminutas estrelas (EN, XI, 1611, p. 93).

O que permeia este debate sobre a irregularidade da superfície da lua, como também as outras perguntas de Bellarmino, são as diferenças entre a cosmologia aristotélica e aquela defendida por Galileu, isto é, entre o geocentrismo daquela com suas órbitas planetárias circulares e o heliocentrismo desta.

O ponto culminante das celebrações e reconhecimentos que Galileu recebe naquelas datas tem lugar no mesmo Colégio Romano em 18 de maio. Esta se realiza com a leitura de um discurso elaborado por Maelcote, o *Nuntius Sidereus Colegii Romani*, em que oficialmente a instituição reconhece a realidade das observações de Galileu. Como seu título sugere, trata-se de um comentário ao *Sidereus Nuncius*, descrevendo as descobertas de Galileu na Lua, as estrelas fixas e o planeta Júpiter, acrescentando então as discussões das descobertas mais tardias de Galileu, como por exemplo, as fases de Venus e a peculiar natureza tripartite de Saturno. Maelcote reiterava muito dos mesmos pontos que ele e seus três colegas tinham feito em sua carta a Bellarmino, mas num tom que mostra sua disposição de expressar suas próprias opiniões sobre o significado das descobertas de Galileu.

Maelcote tece notáveis pensamentos a respeito do assunto sobre a irregularidade lunar e as fases de Venus, primeiro sobre um assunto que os quatro astrônomos jesuítas não tinham concordado e o último sendo o assunto de maior importância cosmológica. Maelcote descreveu em termos eloqüentes e de alguma extensão que o observador telescópico vê como a noite lunar afasta-se e a luz do Sol preenche lentamente os detalhes da superfície lunar (EN III, pp294-295). Assim apresentou sua conclusão, que era que "o corpo lunar é limitado por uma forma que é de nenhum modo perfeitamente esférica, mas é antes uma superfície áspera e irregular" (Conferir LATTIS, pp 192-195).

Deve-se ter claro que Clavio não adere à hipótese heliocêntrica, passa a conjecturar como possível a de Brahe. No meio jesuíta se discutiam nesta época as relações entre as idéias de Copérnico e aquelas de Magini. Em 1592, por exemplo, Ferdinando Garcia Blanco, escrevendo a Clavio de Messina, diz de um texto "não ter nada de Nicolau Copérnico, disso falte de Magini" (carta de 10 de março, em APUG, F. C. 529, c.184r). Ainda no mesmo volume da correspondência de Clavio, lê-se uma carta de Staserio, com data de 7 de maio de 1604 de Napoli, pelo qual considera que como o Colegio Romano fosse centro de referencia constante dos jesuítas que se ocupavam de hipóteses celestes alternativas, que parecia fugir à dificuldade da hipótese copernicana e de Nabod (ibid, 122r). Staserio queria que fosse discutido por Clavio, ou pelo menos por Grienberger, a hipótese de Marziano Capella, "acenada e elogiada de Copérnico ao cap. 10 do primeiro livro e de Valentino Naiboda livro 1 *primarum de Coelo et terra institutionum cap. 16*" (DOLLO, C., p. 154).

A grande diferença entre a concepção aristotélica do universo e a da nova ciência encontra-se exatamente que, a primeira efetua uma distinção radical entre a

região celeste e a terrestre, ou seja, a sublunar. Nesta região, na qual a Terra estava compreendida, seria composta pela combinação dos quatro elementos fundamentais a saber: terra, ar, fogo e água. Esta região está sujeita à mudanças, à geração e à corrupção. Já a região celeste, que se estendia além da esfera lunar, era considerada a região da perfeição e imutabilidade. Os corpos celestes, as esferas e o espaço entre elas eram constituídos pelo éter, que é considerado puro, inalterável, imperecível, imponderável e não presente na região sublunar. A Terra encontra-se necessariamente no centro e está imóvel (Aristóteles. *De Caelo*, II, 296b). Além disso, na região sublunar os corpos buscam o seu lugar natural, sendo este movimento caracterizado pelo movimento retilíneo; enquanto que na região celeste, impera o movimento circular constante e perpétuo do éter.

Galileu, em 3 de junho, retornou a Florença, onde tinha recebido um número considerável de cartas. Uma dessas é uma longa carta de Brengger<sup>3</sup> atacando a posição de Galileu a respeito das montanhas lunares (EN, XI, p.121-25). Essa carta continha algumas passagens ofensivas a Galileu, que eram atribuídas ao jesuíta Giuseppe Biancani<sup>4</sup>, que no entanto nega que tivesse esta intenção (EN, XI, p.126-7). Em primeiro de setembro Galileu escreve a Cristoforo Grienberger<sup>5</sup> (EN, XI, p.178-203) reclamando que Biancani age com simulação e fingimento, as outras frases que aí coloca em louvor a Galileu, podendo estas serem por ironia ou adulação, com ânimo contrário ao que diz com a língua. Nesta mesma carta trata das irregularidades da lua, afirmando serem estas reais e não fictícias.

Lodovico Delle Colombe<sup>6</sup> escreveu a Clavio (EN, XI, p.118) aprovando sua negação de que a superfície da lua fosse montanhosa e desigual. Argumenta nesta carta seu apóio à sustentação dos matemáticos do Colégio Romano, dizendo que a lua é constituída por matérias mais ou menos densas, de modo que todo o corpo seja uma única superfície lisa, sem nenhuma parte desigual.

Mas o sentido é enganado pela grande distância, não se observa aquelas partes mais raras, pois o solo não reflete os raios do sol, dando a impressão de ser desigual, mas ele é polido e esférico. Colombe, com opiniões semelhantes às de Brengger, propõe aquela perfeita esfericidade da lua, que era envolvida por um liso cristal transparente, abaixo da qual Galileu via suas montanhas e crateras.

No fim de junho, Gallanzone Gallanzoni, secretário do cardeal Joyense, envia uma cópia da carta de Colombe a Galileu, pedindo que este a comente (EN, XI, p.131-2). Em 16 de julho de 1611, Galileu responde dizendo que a maioria dos filósofos acreditava que a superfície da lua fosse polida, clara e absolutamente esférica; se alguém achasse que pudesse ser áspera e montanhosa, deveria ser reputado que diz fabulosamente e não, filosoficamente. Galileu firma, então, que:

---

<sup>3</sup> Brengger foi médico de Augsburg, estudando na Universidade de Pádua de 1584 a 1585. Em 1610, opôs-se ao Sidereus Nuncius de Galileu. Em 1629 torna-se decano do Colégio médico de Augsburg ( Drake, 1995, p.442).

<sup>4</sup> Giuseppe Biancani nasceu em Bolonha em 1566, entrando na ordem jesuíta em 1592, estudou com Clavio em Roma e ensinou matemática em Parma. Em 1610 envolveu-se em uma polêmica a respeito das montanhas lunares e em 1613 apoiou Scheiner contra Galileu sobre as descobertas das manchas solares. Morreu em Parma a 7 de junho de 1624 (cf. Drake, 1995, p.441).

<sup>5</sup> Cristoforo Grienberger nasceu em Tyrol em 1561, em 1580 entrou para a ordem jesuíta, estudou matemática com Clavio e sucedeu-o no Colégio Romano em alguns períodos entre 1613 e 1636 (cf. Drake, 1995, p. 451).

<sup>6</sup> Lodovico delle Colombe nasceu em Florença em 1565, foi eleito para a Academia Fiorentina nos meados de 1598. Foi filósofo, astrônomo, matemático e poeta de reputação justificada pelas suas publicações e pela controvérsia com Galileu (cf. Drake, 1995, p. 445-6).

*... deste mesmo corpo lunar, por nós visto mediante a iluminação do sol, afirmo primeiro, não mais por imaginação, mas por sensata experiência e por necessária demonstração, que ele é de superfície cheia de inumeráveis cavidades e alturas, tanto reveladas que, de grande comprimento, superam os terrenos montanhosos (EN, XI, p.142, grifos meus).*

Galileu assim estabelece uma crítica a aqueles que querem tornar os corpos celestes excelentes e divinos e a terra 'quase ralé do mundo', imperfeita e impura. Desta forma nega que a figura esférica seja mais perfeita do que as outras, que esta forma compete aos corpos perfeitos; como a lua é um corpo celeste, este deve ser perfeitíssimo, só podendo ter a figura esférica. Assim, a lua não pode ser como a terra somente, mais tanto mais lisa e excelente, quanto ela é corpo mais excelente que a terra (EN, XI, p.148).

Então, Galileu efetua uma crítica à posição dos aristotélicos, em oposição a estes considera a Terra um planeta, imputando a esta ser tão perfeita ou imperfeita como os outros planetas. Segundo os aristotélicos os corpos celestes são feitos de éter, que é uma substancia imutável, isto é, incorruptível. Galileu diz que isto contrasta com os quatro elementos que se encontram na Terra, que estão sujeitos a alteração, ou seja, são corruptíveis. Desta maneira encontra-se na Terra aquelas coisas que nascem, existem e morrem; entretanto nos céus, corpo algum se transforma. Os planetas, as estrelas e o Sol eram considerados perfeitos. Galileu, diz ainda, que este discurso a respeito da perfeita esfericidade da lua, na medida que é um corpo celeste e por esta razão puríssimo e não misturado; é muito comum para a escola peripatética, mas duvida de sua eficácia, pois acredita que estas proposições incertas não sejam nem demonstradas, nem necessárias.

No final desta carta Galileu passa a afirmar que Colombe tem escrito contra as irregularidades da lua, não respondendo coisa alguma deste assunto. É racional que, quando apenas seguisse a posição de Copérnico, discordasse de Aristóteles e Ptolomeu, recorrendo a

*autores mais antigos e talvez mais importantes e de maior autoridade que o Sr. Colombe, não produzindo máximas, outras razões ou experiências que àquelas geradas pelos citados autores: porque, se deixasse de lado Aristóteles e Ptolomeu, me colocasse a impugnar o Sr. Colombe, daria ao mundo a possibilidade de duvidar que fosse incapaz de entender os assuntos e questões desses seus importantes antigos e próprias fontes, me fosse lançado a querer fazer o homem acima dos escritores vulgares e de nenhuma reputação (EN, XI, p.152).*

Com o intuito de menosprezar as posições de Colombe, Galileu recorre ao papel da autoridade tão usual entre os filósofos peripatéticos, que Galileu critica e menospreza.

Rechaça assim a tentativa do Padre Clavio de conciliar os resultados das novas observações celestes, com a antiga teoria aristotélica da perfeita esfericidade da lua. Conhece-se pouco sobre a posição final de Clávio sobre a questão das irregularidades lunares, não se pode concluir que sua explicação das observações coincidam com as de Colombe. O que se conclui é que Clavio estava muito relutante em aceitar as montanhas e vales lunares – que parecia óbvio a Galileu e aos jesuítas Maelcote, Grienberger, Lembo e Borro, pois é muito provável que se negasse a renunciar ao conceito de corpos celestes como esferas perfeitas. Este também era o ponto inicial de Colombe. Clavio já havia renunciado sem hesitação ao princípio aristotélico da absoluta incorruptibilidade após a nova de 1572. Mas, então, porque agarraria-se a idéia que corpos celestes devem ser esferas perfeitas? Talvez

acreditasse, como alguns interpretam Copérnico, que uma forma esférica, a mais perfeita forma geométrica e daquela que todos os corpos naturais tentam assumir por causa desta enorme perfeição, não é apenas mais adequada para o movimento, mas é causa suficiente disso e naturalmente engendra a mais perfeita e mais natural dos movimentos, isto é, o movimento circular (LATTIS, pp187-211). Assim, se Copérnico ou Clavio considerassem, um importante princípio dinâmico, tornaria-se difícil enunciar a esfericidade dos planetas, pois há uma ligação entre a forma do corpo celeste e de todo importante princípio do movimento circular uniforme.

Aqui, deve-se considerar que o argumento de Padre Clavio é aparentemente invencível, pois argumenta que os vales e montes da lua estariam cobertos por uma substância cristalina absolutamente transparente, que estaria disposta de modo a tornar a figura do astro perfeitamente lisa.

Entretanto, ao considerar a sua absoluta transparência, isto é, sua invisibilidade, conclui-se que o fato de não vê-la não pode provar a respeito de sua existência. Galileu então responde que:

*Verdadeiramente a imaginação é bela; só lhe falta não ser nem demonstrada nem demonstrável. Quem não vê que esta é uma pura e arbitrária função, que nada põe no ser, só propõe uma simples repugnância?* (EN, XI, p.142).

Isso significa que não sendo nem demonstrada nem demonstrável a hipótese levantada pelo padre Clavio, não se encontra no interior da ciência, é uma bela fantasia (Geymonat, 1997, p.69).

Pode-se conjecturar que o fato de haver montanhas na lua era algo difícil de se acomodar dentro da cosmologia tradicional, por isto não sendo admitida por Clavio. Estudantes poderiam ter argumentado com Clavio que a conclusão que a lua tinha montanhas não possuía suficiente mérito em justificar aceitação no contexto das teorias escolásticas da transmissão da luz solar pela lua, mas que a aparência de montanhas seria causada pela rarefação e condensação da matéria lunar, resultando na diferente transmissão da luz solar e não pela alegada superfície acidentada da lua refletindo a luz solar.

Deve-se evidenciar aqui que Galileu não viu montanhas na Lua com o telescópio, mas manchas que mudavam de forma no decorrer do tempo, arriscando que este fenômeno era melhor explicado ao conceber-se que fossem sombras projetadas por montanhas na lua.

Mas aquelas manchas já haviam sido observadas antes da época de Galileu, sem que aventasse-se a existência de montanhas na lua. Muito antes de Galileu, Plutarco, havia considerado a lua um corpo similar ao terrestre ao pensar que a mancha no disco lunar denota uma heterogeneidade na estrutura da lua, uma incompatibilidade com a pureza geométrica da essência celeste como definido pela cosmologia aristotélica. Até antes de Plutarco e de Aristóteles, Heraclides e Platão consideraram a lua ser outra terra. Esta tradição foi contida na idade média pela teoria da lua de Averrois, que era uma elaboração da teoria de Aristóteles<sup>7</sup> (ARIEW, 1984, p. 214).

Aristóteles afirma que

*A lua é um primeiro princípio porque de sua conexão com o sol e sua participação em sua luz, sendo como seria um segundo sol e menor, por isso contribui a toda geração e corrupção* (ARISTÓTELES, *Geração dos animais*, 777b24-31).

---

<sup>7</sup>. Verificar na *Geração dos animais* de Aristóteles III,11 e IV, 10.

Considerando o contexto a respeito do qual a lua é um segundo sol e menor, é que a lua é aquela das causas primárias que afetam a vida na terra – geração e corrupção. Isto não prejudica o assunto do parentesco entre a lua e a terra a outro respeito e especialmente não prejudica o assunto sobre algum parentesco substancial entre a lua e a terra ou ainda entre a lua e o sol. Realmente, Aristóteles declara, nesta passagem, que a lua participa na luz do sol; seria possível para Aristóteles acrescentar que a reflexão da lua da luz do sol faz da lua um corpo análogo à terra, que obviamente, não acrescenta. Torna-se evidente que esta passagem não pode ser responsável para a interpretação de Averrois a respeito do parentesco entre as naturezas da terra e da lua.

Entretanto encontra-se na Geração dos animais III, 11, Aristóteles efetua uma declaração interessante:

*Uma espécie de animal [fogo habita tal como a salamandra] deve ser buscado na lua, para esta [a lua] parece participar no elemento removido no terceiro grau da terra [que é, fogo] (ARISTÓTELES, 761b21-24).*

Esta declaração não é desconhecida na idade média, tem-se que o astrólogo Baudoin de Courtenay por volta de 1270 já afirmava que

Aristóteles diz que o corpo da lua era da natureza do fogo, mas no entanto, tinha muito da natureza da água e da terra (COURTENAY apud ARIEW, p. 217, n.11).

Temos aqui a participação da substância da lua com uma substância sublunar. Esta seria considerada o início da rígida oposição aristotélica entre substâncias sublunares e a substância celeste. Obviamente não se está comparando aqui a substância da lua a substância terrestre, mas um longo caminho, comparando uma substância incorruptível com uma substância capaz de geração e corrupção. Entretanto outra interpretação pode ser dada, em que pode-se atribuir qualidades similares para as substâncias sublunares e as substâncias celestes, embora permaneçam separadas e opostas.

Averrois declara que Aristóteles compara a substância lunar ao fogo na medida em que é luminescente e inferia ainda que compararia a terra na medida em que como é obscura, ou seja, não luminescente:

Aristóteles declara no *De Animalibus* que a natureza da lua tem uma relação com a natureza terrestre, porque não é luminescente. Tudo que é luminescente por si mesmo tem uma natureza relacionada a natureza do fogo; como para as partes da lua que são translúcidas, que não incandescem por si próprios e não tem a força para iluminar, possuem uma natureza que tem uma relação com a natureza da água e ar (AVERROIS apud ARIEW, 1984, p. 217).

Averrois não acredita que haja semelhança real entre as naturezas da terra e da lua, somente traça uma analogia, indicando que pode-se usar as palavras denso, raro, opaco, translúcido, obscuro e luminescente com respeito a substância lunar, mas apenas equivocadamente, com similar sentido e não no mesmo sentido como quando utilizamos com respeito a substâncias lunares. Isso torna-se explícito no *Comentário da Esfera de Sacrobosco* de Robertus Anglicus, que diz:

Mas alguém levantaria uma objeção e diria estar errado em colocar raridade e densidade nos céus, respondo que isto não é impossível segundo Averrois no livro *Sobre a substância das Orbitas* que mantém que raridade e densidade deve ser colocado nos céus como aqui embaixo, embora talvez equivocadamente ou por mais ou menos como é ali declarado (ANGLICUS, apud ARIEW, 1984, p. 218).

Assim, densidade e raridade, tornam-se os termos chaves, para a explicação averroista de que a lua não transmite a luz do sol uniformemente. Realmente, Averrois não pensa que sua concepção seja inconsistente com a real oposição substancial que Aristóteles coloca entre os corpos incorruptíveis e os corpos capazes de geração e

corrupção. Utiliza sua analogia para explicar a luz lunar e a mancha sobre o disco lunar. Esta explicação torna-se tão bem sucedida que predomina na idade média.

Averrois torna isto tudo mais claro ao dizer que a mancha é uma porção da superfície da lua que não recebe a luz do sol do mesmo modo que outras partes. Não é algo que corpos celestes estão impedidos de fazer, realmente, da mesma maneira que descobrimos algo luminescente, podemos descobrir algo obscuro naqueles corpos. Aristóteles afirmou na Geração dos animais que a natureza da lua é semelhante a natureza da terra. Entende que a lua deriva sua característica luminescente de outros, como a terra do fogo. Já que as várias partes do corpo celeste são distinguidas com respeito a se são translúcidos ou não, ou luminescentes, não é impossível que as varias partes da lua recebam a luz do sol diferentemente (AVERROIS, apud ARIEW, p.218).

Assim Averrois explica de que forma o sol possibilita a lua de iluminar-se.

*Tem sido demonstrado que se a lua adquire o poder de iluminar-se do sol, não é por reflexão. [...] Se iluminada, é por tornar-se um corpo luminoso em si mesmo. O Sol apresenta primeiro luminescência e então emana luz dele da mesma maneira que emana de outras estrelas; que é, uma multidão infinita de raios que são distribuídos de cada ponto da lua. Se seu poder de iluminação emana de reflexão, iluminaria algum determinado lugar na terra dependendo de suas circunstancias; reflexão é produzida somente para determinados ângulos (AVERROIS apud ARIEW, 1984, pp 218-219).*

Esta teoria ajusta-se perfeitamente à teoria peripatética na medida em que a luz refletida por um espelho, pois difunde-se inteiramente e não dá uma simples imagem do sol. Admitir uma teoria da luz lunar como reflexão seria admitir que a superfície da lua fosse acidentada, contrariando a teoria peripatética. Por isso, outra teoria seria apresentada, em que a teoria da transmissão lunar da luz seria parecida a fluorescente. Assim, obtinha-se uma teoria que se ajustava à concepção peripatética de uma divisão entre uma substancia celeste incorruptível e a substancia sublunar que é capaz de geração e corrupção.

Averrois assim evidencia que a lua é como a terra na medida em que não transmite luz, na medida em que possui manchas escuras.

Em 1609 um contemporâneo de Galileu, Eustachius resume toda a teoria medieval da lua e luz lunar ao declarar que a lua não tem luz própria, mas toma emprestado sua luz do Sol; sendo que as partes mais densas da lua recebem a luz do Sol diferentemente; como um resultado, podemos ver uma mancha sobre a lua, uma concepção totalmente averroista. Esta também é a teoria do grande matemático jesuíta Clávio.

Encontra-se no *Sidereus Nuncius* de Galileu, uma indagação, que considerava, se houvesse montanhas sobre a Lua, porque então o contorno da lua parecia perfeitamente circular? Galileu alencava duas razões. Primeiro, o ramo é visto tangencialmente do outro lado um numero de montanhas extendendo-se tal como vemos somente o topo das cadeias, não os vales, estes cumes fundem-se com cada uma das outras para formar uma periferia muito fechada com exatidão circular. Segundo, talvez houvesse uma atmosfera ao redor da Lua e quando observamos as partes da Lua, estamos olhando obliquamente através desta atmosfera, que tende a absorver luz como faz nossa atmosfera sobre a Terra<sup>8</sup> (BOOTH e VAN HELDEN, pp197-201).

---

<sup>8</sup> Este último argumento foi depois abandonado por Galileu no momento que não encontrou evidencia de que houvesse uma atmosfera lunar, na redação do Diálogo de 1632.

A teoria medieval da lua que Galileu enfrenta é aquela em que a luz não é refletida para fora da superfície da lua, mas que a lua recebe luz do Sol na proporção de sua densidade, a observação de Galileu das montanhas na lua, que assume que luz do Sol é refletida fora da lua, não pode ter sucesso em destruir a teoria medieval lunar; pode apenas ser uma explicação independente da lua e luz lunar baseado no local completamente diferente. Galileu conclui que a lua é como a terra ao encontrar manchas sobre a superfície lunar.

### Referências Bibliográficas

- ARIEW, Roger. *Galileo's lunar observations in the context of medieval lunar theory*. Studies in History and Philosophy of Science 15 (1984): 213-226., 1984
- ARISTOTLE. *Generation of animals*. Trad. De A. Platt. In: Barnes, J. *The complete works of Aristotle*. Vol. II. Princeton: Princeton University Press, 1984, pp 1111-1218.
- ARISTOTLE. *Meteorology*. Trad. De E. W. Webster. In: Barnes, J. *The complete works of Aristotle*. Vol. I. Princeton: Princeton University Press, 1984, pp 555-625.
- ARISTOTLE. *On generation and corruption*. Trad. De H. H. Joachim. In: Barnes, J. *The complete works of Aristotle*. Vol. I. Princeton: Princeton University Press, 1984, pp 512-554.
- ARISTOTLE. *On the heavens*. Trad. De J. L. Stocks. In: Barnes, J. *The complete works of Aristotle*. Vol. I. Princeton: Princeton University Press, 1984, pp 447-511.
- BALDINI, Ugo. *L'astronomia del Cardinale Bellarmino*. In: Novità celesti e crisi del sapere : atti del Convegno internazionale di studi galileiani, a cura di P. Galluzzi. Firenze: Giunti Barbèra, 1984.
- BIAGIOLI, M. *Galileo Courtier. The practice of Science in the Culture of Absolutism*. Chicago e London: The University of Chicago Press, 1993.
- BOOTH, E.; VAN HELDEN, A. *The virgin and the telescope: the moons of Cigoli and Galileo*. In Science in context, jun. 2001, vol.14, pp 193-216.
- D'ELIA, P. M. *Galileo in china: relation through the roman college between galileo and the jesuit scientist missionaries*. Trad. de Rufus Suter, Matthew Sciascia. Cambridge: Harvard University Press, 1960
- DOLLO, C. *Le ragioni del geocentrismo nel Collegio Romano(1562-1612)*. In: Bucciantini, M; Torrini, Maurizio. La diffusione del copernicanesimo in Italia: 1543-1610, pp 99-167.
- DRAKE, S. *Galileo at work: his scientific biography*. New York: Dover Publications, 1995.
- FAVARO, A(Ed). *Edizione Nazionale delle opere di Galileo Galilei*. Firenze: Barbèra Editore, 1929-1933. 20v.(EN).
- GALILEI, G. *Sidereus Nuncius*. Trad. E notas de Carlos Solis Santos. Madrid: Alianza Editorial, 1984.
- GEYMONAT, L. *Galileo Galilei*. Trad. De Eliana Aguiar. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- LATTIS, James M. *Between Copernicus and Galileo: Christoph Clavius and the collapse of ptolemaic cosmology*. Chicago, London: The University of Chicago Press, 1994.