

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

INSTITUTO DE FÍSICA
CAIXA POSTAL 20516
01498 - SÃO PAULO - SP
BRASIL

PUBLICAÇÕES

IFUSP/P-624

AS BASES MATEMÁTICAS DA FORMULAÇÃO DAS LEIS DA
MECÂNICA: UMA PROPOSTA DE ESTUDO DA EVOLUÇÃO
DA MECÂNICA RACIONAL À MECÂNICA ANALÍTICA

Luiz Augusto Mardegan e Amélia Império Hamburger
Instituto de Física, Universidade de São Paulo

AS INFLUÊNCIAS DA ALQUIMIA, DA RELIGIÃO, E DA
FILOSOFIA GREGA NO PENSAMENTO DE NEWTON

Idely Garcia Rodrigues e Amélia Império Hamburger
Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Apresentados no II Colóquio de História da Ciência pro-
movido pelo Centro de Lógica, Epistemologia e História
da Ciência da UNICAMP, dedicado ao tema "Os Principia
de Newton: 300 anos", realizado de 04 a 06 de novembro
de 1986.

Janeiro/1987



AS BASES MATEMÁTICAS DA FORMULAÇÃO DAS LEIS DA MECÂNICA: UMA PROPOSTA DE ESTUDO DA EVOLUÇÃO DA MECÂNICA RACIONAL A MECÂNICA ANALÍTICA

Luiz Augusto Mandegán (Bolsista CNPq, IFUSP)

Amélia Império Hamburger (Depto. Física Experimental, IFUSP)

1. INTRODUÇÃO

O êxito dos princípios de mínima ação no desenvolvimento das teorias físicas nos indica a relevância de um estudo epistemológico do desenvolvimento desses princípios gerais da Física. Tal estudo poderá preencher uma lacuna existente nos textos padrão que quase sempre apresentam tratamento mais técnico e formal do assunto e menos filosófico. Essa falta pode ser uma das razões das dificuldades encontradas na aprendizagem e no ensino dessa parte da Física, pois ficam faltando elos importantes da evolução do conhecimento científico.

A história do desenvolvimento dos princípios variacionais pode despertar o interesse também nos meios científicos, onde eles tem sido vistos, muitas vezes, somente como uma ferramenta eficiente na descrição dos fenômenos mecânicos.

Esse trabalho será desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física no Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Temos a intenção de mostrar o desenvolvimento da matematização do Princípio de Mínima Ação, um elo entre a Mecânica Racional e a Mecânica Analítica. Por matematização entendemos aqui como sendo um processo amplo que vai além da simples apresentação da expressão matemática do conceito. Deveremos descrever essa espécie de processo dialético em que a conceituação física está em constante tensão com a síntese matemática de seu significado, e mostrar que a complexidade do conceito se mantém.

A construção da teoria das leis da Mecânica se processou a partir de idéias vagas, consideradas como metafísicas. A formulação da condição de mínima ação de Maupertuis, inicialmente um estatuto de crença, foi sendo traduzida por instrumentos da Análise Matemática, com o desenvolvimento do cálculo variacional, e culminou com a formulação extremamente sintética de Lagrange.

Estudaremos o desaparecimento da explicitação da inspiração metafísica no discurso da Filosofia Natural e sua absorção pela linguagem matemática, que passou a caracterizar as teorias físicas.

Neste Colóquio apresentaremos, para discussão, somente um estudo preliminar sobre o conceito de ação em Newton, e o de mínima ação em Maupertuis, apontando imprecisões e ambiguidades que caracterizam esses conceitos, nas suas origens.

2. A "AÇÃO" EM NEWTON

O que era a "ação" para Newton? Como interpretar o termo "ação", que na terceira lei da mecânica racional costumamos entender simplesmente como força?

Newton, na terceira lei do movimento, afirma genericamente: "Para toda ação há sempre uma reação oposta e igual. As ações recíprocas de dois corpos entre si são sempre iguais e dirigidas para partes contrárias"(1). A Definição IV diz: "força impressa é ação exercida sobre um

corpo para mudar seu estado, seja de repouso ou de movimento uniforme em linha reta"(2).

Segundo Westfall, em sua fundamental obra sobre a história da Dinâmica no séc. XVII (3), uma interpretação possível do termo ação seria o produto da força pelo tempo durante o qual ela atua; ou melhor, seria o efeito de uma força atuando durante um período de tempo. Entretanto, diz Westfall, revisões do "De Motu"(1684), feitas por Newton, vão contra uma tal interpretação simplificada. Ainda segundo Westfall o primeiro enunciado da terceira lei do movimento não empregava os nomes "ação" e "reação", mas os verbos "agir" e "sofrer"(agere e pati). Sendo "ação" e "paixão", "agir" e "sofrer", termos filosóficos da linguagem corrente da época, não necessitariam, portanto, de uma definição explícita.

O uso característico de ação por Newton nos remeteria, então, mais ao conceito, físico, de "princípio ativo" do que de um termo precisamente definido na mecânica matematizada.

Por outro lado, a situação quanto ao conceito de força é diferente. Newton afirmou, por exemplo, que "ele considerou forças matematicamente e não fisicamente, e portanto o leitor não deveria imaginar que quando ele usou as palavras atração, impulso ou propensão para o centro, ele estava tentando definir o tipo ou a maneira de qualquer ação física, as causas ou a razão física das forças, ou que ele atribuía as forças um sentido físico e real(verdadeiro) em direção a qualquer centro"(4).

Afirma Westfall, que uma série de exemplos nos indica que o verbo latino agere servia muito bem em contextos que reforçam a interpretação que a intenção de Newton era dar a esse verbo a idéia, vaga, de atividade da força(5).

Há algum tempo, a introdução do prof. Porter em seu livro "Thermodynamics"(6) nos chamou atenção, ao destacar o significado da tradução de Kelvin do Escólio da terceira lei do movimento. Afirma que Kelvin usa activity no lugar

de actio: "If the Activity of an agent be measured by its amount and its velocity conjointly; and if, similarly, the Counter-activity of the resistance be measured by the velocities of its several parts and their several amounts conjointly, whether these arise from friction, cohesion, weight or acceleration - activity and counter-activity in all combinations of machines will be equal and opposite" (("Se a atividade de um agente é medida pela sua quantidade(do agente) e sua velocidade conjuntamente; e se similarmente, a contra-atividade da resistência é medida pelas velocidades das várias partes e suas várias quantidades (da resistência) conjuntamente, sejam essas (resistências) oriundas do atrito, coesão, peso ou aceleração, a atividade e a contra-atividade em todas as combinações de máquinas serão iguais e opostas")). Porter interpreta este trecho como sendo uma mostra clara da fundação do moderno princípio de energia, pois atividade no sentido acima é meramente a taxa de trabalho feito por um agente. Essa afirmação implicaria escrever que ação(actio) seria o produto $F.v$ equivalente a (o que implica que traduzimos "quantidade do agente" como força).

Concluindo, diremos com Westfall, que Newton não deu nenhuma definição explícita de ação. Fazendo uma ligação com as idéias teológicas e alquímicas de Newton, sugerimos haver uma consistência com o significado de ação como atividade, manifestação da vontade de Deus, ou de um agente vital (7).

Buscando ainda em Newton outras idéias sobre o nosso tema, vemos que as "Regras para Filosofar", contidas no Principia, trazem em si uma filosofia de economia, de mínimo: "Não devemos para as coisas naturais, admitir mais causas que as verdadeiras e suficientes"(8).

3. A "MÍNIMA AÇÃO" EM MAUPERTUIS

Um outro filósofo natural, onde o conceito de ação aparece como sendo fundamental é Maupertuis (Pierre Louis Moreau, 1698-1759), que em 1728 entrava em contato com os discípulos de Newton.

Foi um dos introdutores das idéias de Newton na França, e a notoriedade pública que alcançou em seu país é devido ao fato de ter, em 1735, efetuado medidas que confirmaram as previsões de Newton de que a Terra devia ser achatada nos polos(9).

Numa visão semelhante à de Newton, anti-cartesiano(10), Maupertuis elaborou uma teologia natural onde não limitava Deus ao papel de mera peça metafísica do universo como causa primeira apenas, mas um Deus sempre presente: "Para encontrar a causa primeira do movimento o maior filósofo da Antiguidade recorreu a um primeiro motor imóvel e indivisível. Um filósofo moderno reconheceu Deus não só como autor do primeiro movimento impresso à matéria, como também acreditou ser continuamente necessária a ação de Deus em todas as distribuições e modificações do movimento"(11).

Suas propostas possuem pontos obscuros, mas têm idéias inovadoras. Os conceitos de quantidade de ação, não são aparentemente coerentes nas suas obras sobre a ótica e sobre a mecânica.

Seus interesses científicos vão além da Física. Escreve também sobre Biologia, como é o caso de sua "Vénus Physique"(1745), onde analisa as diversas teorias sobre a origem do homem, existentes na época. Mas é a partir dos problemas da luz e do movimento e repouso que introduz um princípio geral de mínima ação.

Maupertuis tentou fazer a correspondência entre três leis da ótica com as leis de Newton do movimento dos corpos: "A primeira é que em um meio uniforme a luz se move em linha reta. A segunda é quando a luz encontra um corpo e não pode penetrar ela se reflete, e o ângulo de sua reflexão é igual ao ângulo de sua incidência"(12). Enquanto a primeira

lei corresponde ao movimento de todos os corpos que se movem em linha reta a menos que uma força externa os desvie, a segunda corresponde ao espalhamento elástico de uma bala, por exemplo, lançada contra uma superfície dura.

A terceira lei é difícil de se fazer corresponder: "Quando a luz passa de um meio diáfano a outro, sua trajetória, depois de encontrar um novo meio, forma um ângulo tal que o seno do ângulo de refração está sempre na mesma relação com o seno do ângulo de incidência"(13). Maupertuis diz que "Falta muito para que se explique a terceira lei da ótica de maneira feliz. Quando a luz passa de um meio a outro os fenômenos são totalmente diferentes daqueles quando uma bala atravessa diferentes meios, e de qualquer modo que se tente explicar a refração, encontram-se dificuldades que ainda não foram superadas"(13). Uma das dificuldades nessa situação vaga e obscura, era a definição do índice de refração da luz, que se referia à "densidade" dos meios envolvidos, e não à "refringência", que é um conceito formulado mais tarde. Assim a relação de Maupertuis entre os ângulos de incidência e refração guarda uma relação inversa à que corresponde com as velocidades da luz nos meios.

Maupertuis reduz a três tipos as explicações que os autores da época dão à reflexão e à refração da luz: as explicações dos que tentam deduzir a refração dos princípios mais simples da mecânica (Descartes); a segunda dos que supõem, além dos princípios da mecânica, uma tendência que a luz tem para se aproximar dos corpos. O terceiro tipo, no qual se incluem Fermat, Leibniz, Euler e Maupertuis, compreende as explicações que derivam somente de princípios metafísicos: "a natureza mesma parece haver sido submetida por uma inteligência superior que, na produção de seus efeitos, a faz proceder sempre da maneira mais simples"(13).

Como destacam Lafuente e Peset "a gestação histórica do princípio universal de mínima quantidade de ação se deu mediante três memórias feitas públicas em 1740, 1744 e 1746.

Na primeira, 'Lois du repos des corps', formula um princípio de equilíbrio no qual a soma das 'forças do repouso' é um mínimo ou um máximo. A segunda, 'Accord de différents lois de la nature, qui avoit jusqu'ici paru incompatibles', tem por objeto deduzir as leis de Fermat para a reflexão da luz, extendendo-se à refração da luz, a partir do princípio de mínima ação⁽¹⁴⁾. A citação de Maupertuis é a seguinte: "Meditando profundamente sobre essa matéria tenho pensado que a luz, quando passa de um meio a outro abandonando já o caminho mais curto que é o da linha reta (Heron, N.A.), podia assim mesmo não seguir o do tempo mais rápido (Fermat, N.A.): com efeito, ... não segue nenhum dos dois, toma um caminho que tem uma vantagem mais real: aquele pelo qual a quantidade de ação é menor. ... A quantidade de ação é tanto maior quanto maior é a velocidade do corpo e maior o caminho que percorre, é proporcional multiplicado cada um pela velocidade com a qual o corpo os percorre"⁽¹⁵⁾.

Finalmente a generalização deste princípio ao movimento e repouso dos corpos, explicando o problema do choque dos corpos duros, na memória "Les lois du mouvement et de repos déduites d'un principe métaphysique"⁽¹⁶⁾. Enuncia então o princípio geral: "Quando ocorre alguma mudança na natureza, a quantidade de ação necessária para essa mudança, é a menor possível. A quantidade de ação é o produto da massa dos corpos por sua velocidade e pelo espaço que percorre. Quando um corpo é transportado de um lugar a outro, a ação é tanto maior, quanto maior é a massa, mais rápida a velocidade, e o espaço pelo qual é transportado mais longo"⁽¹⁷⁾.

Esse princípio aplicado a todos os fenômenos da dinâmica e da luz está de acordo com a regra de economia. Essa definição de ação foi motivo de crítica por D'Arcy, discípulo de Leibniz, que via a contradição com o princípio enunciado para a luz. Maupertuis responde a essa objeção, em versão de 1756, com argumento curioso, dizendo que no

caso da luz, como há somente um corpo envolvido, pode-se deixar de levar em conta sua massa.

D'Arcy critica ainda a definição de ação como produto da massa, pela velocidade pela distância percorrida como sendo simplesmente equivalente à força, enquanto que a definição de Leibniz era ação como o produto da vis viva pelo tempo de atuação⁽¹⁸⁾. Novamente, se configura uma situação de imprecisão conceitual, onde os conceitos de força e energia (vis viva) não estão claramente dissociados e caracterizados.

A polêmica sobre o significado e a autoria do princípio de mínima ação é analisada por P. Brunet em sua obra sobre Maupertuis⁽¹⁹⁾. Aí estudaremos também as contribuições de Euler ao desenvolvimento dessas idéias, até a matematização, com base na geometria, do conceito de ação, mais precisamente do princípio de mínima ação. Acompanharemos como este princípio vai saindo do escopo de uma teologia natural até ser colocado sobre um fundamento firme na Análise Matemática, ao ser desenvolvido o Cálculo Variacional, e ser expresso, por Lagrange como

$Z = \int \theta$ onde Z é uma função qualquer das variáveis x, y e z e de suas diferenças $dx, dy, dz, \dots, d^2x, d^2y, d^2z, \dots$ ⁽²⁰⁾

REFERENCIAS

1. Newton, I.-Principios Matemáticos de la Filosofía Natural y su Sistema del Mundo-Edição e Trad. de Antonio Escotado, Ed. Nacional, Madrid(1982), p.238.
2. Ibid., p. 224.
3. Westfall, R.S.-Force In Newton's Physics-MacDonald, London; American Elsevier, New York(1971).
4. Ibid., p.548(citando o Principia p.5,6).
5. Ibid., p.453.
6. Porter, A.W.-Thermodynamics-E.P.Dutton and Co. Inc. Publishers(1931), p.3,4.
7. Rodrigues, Idely Garcia e Hamburger, Amélia Império-As influências da Alquimia, da Religião e da Filosofia Grega no pensamento de Newton(Apresentado neste Colóquio)(1986).
8. Newton, I. Ref. 1 p.657.
9. Maupertuis, P.L. Moreau de-El orden verosímil del Cosmos-Tradução Espanhola e Notas de A.Lafuente e J.L.Peset. Alianza Editorial, Madrid(1985), p.17.
10. Ibid., p.7-10.
11. Ibid., p.116.
12. Ibid., p.92.
13. Ibid., p.93,94.
14. Ibid., p.28.
15. Ibid., p.97,98.
16. Ibid., p.102.
17. Ibid., p.124.
18. Ibid., p.29.
19. Brunet, P.- Etude Historique sur le Principe de la

Moindre Action - Hermann & Cie Editeurs (1938).

20. Barroso Fo, Wilton e Comte, Claude-La formalisation de la Dynamique par Lagrange(1736-1813)-(Article à paraître dans "Sciences et Savants à l'époque de la Revolution Française", Blanchard éditeur)-CNRS, Equipe REHSEIS- Université de Paris VII(1986).

São Paulo, novembro/86.

AS INFLUÊNCIAS DA ALQUIMIA, DA RELIGIÃO, E DA FILOSOFIA GREGA NO PENSAMENTO DE NEWTON¹

Idely Garcia Rodrigues (Bolsista CNPq, IFUSP)
Amelia Imperio Hamburger (Depto. Física Experimental-IFUSP)

Introdução:

Queremos com esta apresentação neste Coloquio sobre os Principia destacar para discussão e aprofundamento o desenvolvimento dos conceitos de "força" e de "atividade" em Newton, e sua noção de unidade e transformabilidade da matéria.

A vasta obra de Sir Isaac Newton tem sido muito pesquisada e, recentemente, com os estudos de seus trabalhos em alquimia podemos ter uma visão mais completa de seu pensamento. Essa é a opinião de historiadores da ciência das últimas décadas, expressa por B.J.T. Dobbs em seu artigo "Newton's Alchemy and his Theory of Matter" (Ref.1), que é uma referência básica no nosso trabalho sobre as origens dos conceitos fundamentais da Mecânica de Newton.

Apontaremos a consistência do pensamento de Newton em seus conceitos introduzidos na "filosofia natural" com sua idéia de Deus e com os conceitos que desenvolveu em seus trabalhos alquímicos. Há coerência também com as idéias do pensamento grego, elaboradas e defendidas pelos estóicos romanos.

1. Trabalho realizado dentro do Programa de Estudos em "Epistemologia da Física para formação de Professores" na Pós Graduação em Ensino no IFUSP.as

Vimos também que, apesar dessa consistência num plano, digamos, geral, há muitas ambiguidades nos conceitos, principalmente no conceito de ação ou atividade, ligado ao de transformabilidade. (L.A.Mardegan e A.I.Hamburger - neste Coloquio).

Analisamos essas questões através da relação da criatividade do indivíduo, e suas formas de ligação com a realidade, com o meio social, e o uso que é feito de suas idéias, num dado momento histórico. Este enfoque não será discutido aqui.

Problemas Levantados por Newton sobre a Matéria

Após fazer importante síntese das idéias corpusculares sobre a matéria (1661-1665), com uma visão eclética das idéias correntes em seu tempo de estudante, Newton captou pontos que lhe pareciam incompletos - a coesão da matéria e a capacidade dos corpos ao movimento, tanto em relação à gravidade quanto à inércia.

A compreensão dessas questões exigiram aprofundamento conceitual, um conhecimento maior das formas de manifestação da natureza e das possibilidades mesmo de estudá-la, como Newton já antevia ao propor em seus cadernos de estudante as "Questiones quaedam philosophiae". Nesse trabalho, nota Dobbs, a passagem onde concluiu pela existência dos "minima naturalia" foi mais tarde cancelada por ele, numa indicação de que considerou a conclusão atomista insatisfatória.

Já em 1668 começa a escrever trabalhos na área da alquimia. Newton também defendeu teses teológicas. O economista John Maynard Keynes, que resgatou recentemente parte desse trabalho, afirma que "Todos os trabalhos não publicados de Newton, sobre assuntos teológicos e esotéricos são caracterizados por cuidadosa aprendizagem, método acurado e extrema sobriedade de exposição. Quase todos foram

escritos nos mesmos vinte e cinco anos de seus estudos matemáticos". (Ref 2).

A alquimia, a teologia, a metafísica, as observações, as leituras dos clássicos e as idéias dos estóicos se revelam na análise apresentada por Dobbs como campos importantes de investigação sobre o conhecimento do mundo e de possibilidades de captação da realidade usados por Newton para aprofundar suas questões fundamentais de crítica às "inadequações do atomismo antigo e moderno".

Conceitos de Newton: éter, força, atividade

Dobbs apresenta uma evolução no pensamento de Newton a partir das questões sobre a matéria, a explicação do éter, a introdução da idéia de força de interação e finalmente seu modo de resolver a "questão do espírito", a causa, a essência do movimento.

Inicialmente mecânico, o éter, é um de seus conceitos básicos, e ambíguos. Pervade todo o espaço e por pressão e choques transmite todos os efeitos, inclusive influências à distância; explica a gravidade e a coesão entre as partículas da matéria. Mas não satisfaz completamente. Newton conjectura de que o éter possa ser, mais provavelmente, apenas o veículo de "algum espírito mais ativo", e "pode haver algum outro poder pelo qual a matéria se mantém unida".

Para essa dúvida Newton vai desenvolver a teoria das forças de interação entre partes da matéria, que também era constituída de poros não vazios, permeados pelas forças. Esse conceito vai dominar a formulação das leis do movimento, e da interação entre os corpos, formando um todo expresso nos "Principia" e reproduzido nos livros didáticos de forma coerente. Entretanto, seguindo o pensamento de Dobbs e suas demonstrações pelos caminhos das obras alquímicas e teológicas de Newton, devemos ressaltar o

conceito de "atividade" em Newton, que escreveu em latim, actio.

Essa questão, de formulação mesmo mais sutil, é a da potencialidade do movimento. Que qualidade de coisa torna possível a existência do movimento?

Descartes e os cartesianistas diziam que Deus dotara a matéria com a capacidade de movimento no instante da criação. Um Deus, portanto tão dispensável no estudo do movimento em si que poderíamos ser levados ao ateísmo. Segundo Dobbs, Newton compartilhava das inquietações de seus antecessores, Barrow, Henry More e muitos outros, sobre a potencialidade de ateísmo contida nessa visão, e teria sido essa a preocupação principal que norteou os estudos e as conclusões a que Newton chegou.

Para Newton, então, as forças que agiam entre as partículas não eram parte da matéria em si, mas sim manifestação da atividade de Deus na natureza. A "atividade" é o que requer a divindade, ou ainda, a "ação não mecânica" indica a presença, ininterrupta, do divino na ordem natural.

Alquimia, Religião e os Clássicos: unidade e transformabilidade

Vamos ver como Newton trabalhou esses conceitos dentro dos esquemas de idéias da alquimia e da religião (segundo Dobbs de perto), e como, dentro de sua época, tem um quadro de pensamento neo-platonista, de influência estóico-romana.

No Escolio Geral dos Principia deixa claro certas características de sua concepção de Deus: a unidade, a onipresença ativa, criador, com poder de decisão sobre as possibilidades de ação.

"...E de seu verdadeiro domínio segue que o verdadeiro Deus é um ser vivo, inteligente e poderoso;...é eterno e infinito, onipotente e omnisciente, isto é, dura da

eternidade até a eternidade, e está presente desde o infinito até o infinito. Rege tudo, e conhece tudo quanto pode ser feito. Não é eternidade e infinitude, mas eterno e infinito; não é duração ou espaço, mas dura e está presente. Dura sempre e está presente em todas as partes, funda a duração e o espaço... Deus é uno e o mesmo Deus em todas as partes. Sua onipresença não é só VIRTUAL mas também SUBSTANCIAL, pois a virtude não pode subsistir sem substância. Todas as coisas estão contidas e movidas nele..."

Na chamada de rodapé se lê:

"Essa era a opinião dos antigos. Assim PITÁGORAS, em CICERO, DE NATURA DEORUM, lib.I, TALES, ANAXAGORAS, VIRGILIO, Georg., lib. IV, ver.220; e Eneida, lib. VI. VI ver. 721. FILON Allegor, no começo do livro I, ARATUS em seus FENOMENOS, no começo. Assim também os escritores sagrados, como SÃO PAULO... o Evangelho segundo SÃO JOÃO... MDYSÉS... DAVID..., ...SALOMÃO...JOB...JEREMIAS... Os ídólatras supuseram que o Sol, a Lua, as estrelas, as almas dos homens e outras partes do mundo eram partes do Deus supremo e deviam ser veneradas em consequência, mas erroneamente".(Ref.3).

A idéia da onipresença de Deus contém a mesma visão da idéia da unidade da matéria, que existe tanto na mecânica como na alquimia.

O poderoso pensamento alquímico que supõe ao mesmo tempo a unidade e a transformabilidade da matéria é muito usado por Newton em seus trabalhos de alquimia, e aparece claramente na Hipótese III da edição de 1687 dos "Principia", onde afirma que :

"Qualquer corpo pode ser transformado em outro de qualquer tipo, e todos os níveis intermediários de características podem ser induzidos ao mesmo"(Ref.4)..

Na área da alquimia Newton distingue a química vegetal da química ordinária ou mecânica. E trabalha muito com o conceito de agente vital ou espírito vegetal, que é aquele que permite que a matéria organizada, se transforme em caos e deste caos, mais uma vez apareça em novas formas.

"Esse e apenas esse é o agente vital difundido-se através de todas as coisas que existem no mundo. E esse é o espírito de mercúrio, o mais sutil e inteiramente volátil, disperso através de todos os lugares. Esse agente tem o mesmo método geral de operação em todas as coisas, por exemplo, excitado à ação por calor moderado, é posto em intenso movimento, e uma vez formado um agregado, a primeira ação do agente é causar putrefação do agregado e transformá-lo em caos. Então, ele processa a geração" (Ref.5).

Outro conceito muito utilizado aos trabalhos alquímicos é o conceito de putrefação. Por exemplo:

"Nada pode ser alterado sem putrefação..

Nenhuma putrefação pode ocorrer sem alienar a coisa putrefada do que ela era.

Nada pode ser gerado ou nutrido (além da matéria putrefada.)

A sua primeira ação ((da natureza)) é o obscurecer e confundir misturas num caos de putrefação. Então elas estão preparadas para novas gerações ou nutrições" (Ref.6).

Newton rejeitava a inatividade da matéria. Para ele a ação mecânica não poderia justificar a existência das infinitas variedades de formas do mundo:

"Uma cega necessidade metafísica idêntica sempre e em todas as partes, é incapaz de produzir a variedade de coisas. Toda essa diversidade de coisas naturais que encontramos adequadas a tempos e lugares diferentes só podem surgir das idéias de um ser necessariamente existente"(Ref.7).

Newton em suas discussões sobre força usava a palavra ativo ou atividade para se referir à ação direta ou indireta de um espírito divino.

Tanto a força da gravidade como a força entre as partículas da matéria eram compreendidas como fazendo parte de um ser espiritual. Esse ser era Cristo que agia como representante de Deus, assegurando a contínua relação de Deus com a criação, transformando a vontade de Deus em ação no mundo.

Essa idéia sobre Cristo é ligada ao unitarismo de Newton, pois Deus é único e tem em comum com Cristo só o domínio da ação.

Consideramos que as idéias sobre Deus que nessa época histórica, eram discutidas explicitamente, traduzem formas pessoais de ligação com a realidade. No caso de Newton poderíamos pensar que seu conceito de Deus (e Cristo) está indissoluvelmente ligado aos seus conceitos de atividade e força e as relações entre eles. Indicam um pensamento profundamente não mecanicista, mecanicista no sentido de determinismo absoluto. Deus age a cada momento, sempre.

A profundidade com que abordou os problemas relacionados à ciência fez com que através das ambivalências apontadas por vários estudiosos de sua obra, e talvez mesmo por causa da existência delas seu pensamento foi se cristalizando concomitantemente com as outras manifestações do conjunto da sociedade, como demonstram as revisões nas próprias, edições sucessivas dos "Principia".

O seu pensamento, sua síntese da teoria mecânica da matéria até hoje comemorada como sua principal contribuição, dentro do pensamento renascentista, é uma ponte bem construída entre o que conhecemos hoje e o que os antigos gregos, latinos e alquimistas, religiosos ou não, conheciam. Alterou as possibilidades de captar a realidade e de transformar o mundo.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Dobbs, B.J.T. Newton s Alchemy and his Theory of Matter. Revista Isis, 1982, 73(269). pg. 511 a 527.
- 2) Keynes, J.M. Newton - Revista de Ensino de Física, vol 5, nº 2, dez. 1983. Tradução João Zanetic, extraído de "Newton tercentenary celebration" University Press.
- 3) Newton, Isaac. Escolio Geral. Principios matemáticos de la Filosofia Natural y Su Sistema del Mondo pg. 815, 816. Tradução A. Escotado e M. Saenz de Heredia. Ed. Nacional, Madrid. (1982).
- 4) Newton, Isaac. Philosophiae Naturalis Principia Mathematica (Londres, 1687) p. 402, Hipótese III em Dobbs (Ref. 1).
- 5) Keynes, Manuscritos 12 A, fólho 1 v. em Dobbs.
- 6) Burndy, Manuscritos 16, fólho 5 r; parênteses de Newton; parentêses duplos de Dobbs.
- 7) Ref. 3 pg. 816.