

# CONCEITOS FÍSICOS E METAFÍSICOS NO JOVEM NEWTON: UMA LEITURA DO *DE GRAVITATIONE*

MARIO BARBATTI

*RESUMO* - Analisamos o manuscrito *De Gravitatione*, de Isaac Newton, datado da virada da década de 1660 para a de 1670. Num momento de ruptura com René Descartes, encontramos Newton numa dura crítica à física e à filosofia mecanicistas, bem como os primeiros esboços, por vezes imaturos, do que viria a se tornar a mecânica newtoniana. A partir desta crítica ao pensamento de Descartes e ao seu conseqüente ateísmo, podemos estudar a visão de Newton a respeito de Deus e seu papel ativo na constituição do mundo, que é essencialmente a mesma retomada em suas obras da maturidade. No *De Gravitatione*, o autor discorre, como em poucos trabalhos seus, de forma aberta sobre questões da filosofia natural e propõe pela primeira vez conceitos como o de espaço e tempo absolutos.

*ABSTRACT* - We have analyzed the manuscript 'De Gravitatione' of Isaac Newton's. This text was written between the end of the decade of 1660 and the beginning of the decade of 1670. At a moment of rupture with René Descartes, we see Newton strongly criticizing the mechanicist physics and philosophy, as well as we perceive his first and immature tryings of building what we call now the Newtonian Mechanics. By this critic of Descartes's thought and of his 'atheism', we can study Newton's view of God and His active role in the constitution of the world. Newton's philosophical view is very similar to that found in his maturation works. In the 'De Gravitatione', the author speaks freely about natural philosophical questions in a way that we do not perceive in other works, and this constitutes the first time he proposes the absolute time and absolute space concepts.

## Introdução

Cerca de uma década e meia antes da publicação dos *Principia*, Isaac Newton redigiu um manuscrito no qual se propunha a tratar das propriedades de fluidos em equilíbrio (Newton, 87; Newton, 62).<sup>1</sup> No entanto, este objetivo não fora cumprido. Quase todo o texto trata dos aspectos mais gerais da filosofia natural. Logo no início, abre exceção ao seu método árido de exposição disciplinada e, entre a quarta e a

---

<sup>1</sup> A data da redação não é bem definida, devendo situar-se, segundo Westfall, no mínimo em 1668 (Westfall, 80, p.301), segundo Koyrè, "em torno de 1670" (Koyrè, 68, p.106) e ainda, segundo os editores do manuscrito, M.B.Hall e A.R.Hall, entre 1664 e 1670, no mais tardar, 1672 (Newton, 62, p.90). Seja qual for a data exata, as evidências internas ao texto, permitem verificar que a redação se dá após Newton ler, pelo menos, Descartes (*Principios de filosofia*, citado explicitamente) e Gassendi (*Syntagma philosophicum*, citado implicitamente nas primeiras definições).

quinta definição — a de movimento e a de força —, redige uma nota a qual ocupa dois terços do total da obra. Nesta nota encontramos um Newton que contrapõe-se diretamente ao sistema de mundo cartesiano, explorando-o e refutando-o. Encontramos, também, por outro lado, um Newton positivamente propondo elementos para seu próprio sistema de mundo, que é buscado dentro de um pensamento rigoroso no domínio da lógica e fortemente religioso.

O manuscrito *De Gravitatione* traz a peculiaridade de ter sido publicado apenas em 1962 e a curiosidade de apenas vinte anos após a primeira publicação, já ter sido vertido para o português, antes mesmo das principais obras de Isaac Newton.<sup>2</sup> A importância do manuscrito é imediatamente evidente, dado ser uma das poucas obras em que Newton expõe abertamente suas concepções filosóficas, e, ainda, nos revela o nível de amadurecimento de seus conceitos físicos na virada da década de 1660 para a de 1670, ou seja, cerca de quinze anos antes da publicação dos *Principia* e apenas dois ou três depois da formulação de seu *cálculo*.

Neste trabalho nos concentraremos na leitura do *De Gravitatione*, procurando extrair todos os indícios que nos permitam compreender o pensamento de Newton, ainda um jovem professor em Cambridge, principalmente no que tange, por um lado, a fundamentação metafísica dos seus conceitos mecânicos — a partir da ruptura com o mecanicismo cartesiano sob a influência neoplatônica — e, por outro, o grau de desenvolvimento de seus conceitos com relação aos apresentados nas obras de maturidade.

## Newton e Descartes

Newton, em Cambridge, estudou as obras de Descartes “de um modo como nunca fizera com as de Aristóteles” (Westfall, 93, p.26). De fato, Descartes parece ter sido a influência crucial para que Newton se voltasse para a filosofia mecânica. Diante disto, este texto que aqui tratamos torna-se especialmente importante: ele nos mostra o momento de ruptura de Newton com relação a Descartes.

Newton tem os pés em dois mundos: critica violentamente Descartes e argumenta tal como ele; radicaliza contra o movimento relativo, mas não se liberta do modelo de turbilhões. Critica o *ateísmo* cartesiano, mas não rejeita a filosofia mecânica. Newton enuncia numa fórmula simples: “Movimento é a mudança de lugar” (210).<sup>3</sup> Mas ele conhece toda a implicação desta definição de movimento. Em especial, está nela embutida a tese do espaço absoluto, que aparece nos escritos de Newton pela primeira vez aqui no *De Gravitatione*

“...movimento é algo que acontece com respeito às partes deste espaço, e não com respeito à posição de corpos vizinhos; para que isso não seja tomado como gratuitamente contra o que afirmam os seguidores de Descartes, procurarei refutar as suas ficções.” (210)

Quais são as ficções cartesianas? Veremos que não dizem respeito apenas ao movimento, mas também à metafísica de Descartes. A primeira das ficções, e à que Newton mais se opõe durante o texto, é a tese do movimento relativo, ou seja, do movimento sendo definido com relação aos corpos vizinhos. Depois, a separação entre *res cogitans* e *res extensa*. Por último, a restrição cartesiana à utilização do termo “infinito”.

Segundo Newton, Descartes enuncia que o movimento é

“o deslocamento de uma parte de matéria ou de um corpo da proximidade dos corpos que o tocam imediatamente — e que são considerados como estando em repouso — à proximidade de outros.” (210)

---

2 Como também é curioso que a primeira de suas obras traduzida para o português tenha sido *As Profecias de Daniel e o Apocalipse*. São Paulo: Ed.Édipo, 1950.

3 Os números entre parênteses correspondem às páginas da edição brasileira de *De Gravitatione*.

O que Newton quer mostrar é que uma tal definição fazendo alusão a outros seres potencialmente móveis traz grandes problemas intrínsecos. De fato, Descartes teria problema com a consideração de que cada corpo possui infinitos movimentos simultâneos dependendo do *referencial*, conceito que Newton não compreende. Parece incoerente, a ele, que a um corpo possam ser atribuídas várias velocidades simultâneas (exatamente no mesmo tom das críticas de Henry More a Descartes, na correspondência entre os dois). Descartes estipula que a cada corpo corresponde um único movimento real — aquele relativo às partes imediatamente contíguas. Haveria, no entanto outros movimentos mas estes seriam impróprios, oriundos de um conhecimento vulgar e sensualista. Newton argumenta que “tal ensinamento é confuso e contrário à razão” (211) e busca as suas conseqüências. Das várias enunciadas, destacam-se:

i) Se o movimento real se configura pelo deslocamento em relação aos corpos contíguos, então as partículas internas de um corpo duro nunca se movimentam mesmo que o corpo esteja se movimentando, pois apenas sua superfície muda a posição relativa aos corpos contíguos.

ii) Se dois corpos estão em repouso, um em relação ao outro, e um deles é posto, por uma força, em movimento, o outro corpo, ao qual nenhuma força foi aplicada, por ter sua posição relativa modificada também tem que estar, pela definição, em movimento. Ou seja, pode haver modificação do estado de movimento sem a aplicação de uma força. Este ponto é importante pois nos mostra que o conceito de força está bem amadurecido para Newton, e, ainda, que ele não está simplesmente negando a teoria cartesiana. Ele está contrapondo à sua.

Importante que para além da crítica em termos físicos sobre as contradições que envolveriam o movimento definido relativamente, haveria um problema de nível metafísico nesta hipótese. O espaço, para Newton, não pode ser apenas a conseqüência da relação entre corpos, precisa ter existência concreta e necessária, desde que o ser precisa necessariamente existir em algum lugar e Deus *precisa* existir em todos, isto não era um problema para Descartes, o que nos leva à outra ficção cartesiana, a separação entre ‘coisa pensante’ e ‘coisa extensa’.

Este ponto é fundamental por se tratar da pedra angular da metafísica de Descartes. Newton parece não enfrentar os mesmos dilemas com relação às informações sensoriais que levam Descartes à tese do *cogito ergo sum* (Descartes, s/d, p.66; Descartes, 89, art.4 e 7). Pelo contrário, veremos que ele dá um importante papel aos sentidos quando exige como propriedade não acidental da matéria a capacidade de excitar nossos sentidos. Novamente, Newton considera que tudo que existe, existe em algum lugar e portanto tem *extensão*, se a “inteligência criada” é totalmente separada das coisas extensas, então ela não pode existir. O mesmo se pode argumentar quanto a Deus, que está em todo o lugar e obviamente é pensante. Também se Deus é radicalmente separado da *extensão*, segundo Newton, “abrimos caminho para o ateísmo” (227). Tudo deve emanar de Deus e mesmo a extensão que é eterna, sempre existiu apenas como uma disposição do ser de Deus:

“Não encontramos praticamente outra razão para o ateísmo senão esta noção dos corpos que têm, por assim dizer, uma realidade completa, absoluta e independente em si mesmos (...).”(228)

No começo da década de 1670, Newton estava também envolvido na redação de escritos alquímicos, e estes podem ter contribuído para seu rompimento com Descartes. Westfall avalia que a influência alquímica nesta época deve ter sido bem maior que a neoplatônica, segundo ele “para cada página de notas sobre um neoplatonista de Cambridge, existem no mínimo uma centena de páginas sobre alquimia” (Westfall, 80, p.304; Westfall, 84).

Mas *De Gravitatione*, em especial, não contém referências alquímicas diretas, objetivas ou subjetivas. Nenhum autor ou princípio alquímico é citado explicitamente. Não vemos também, em lugar algum, características psicológicas do pensamento alquímico, tais como analisadas por Bachelard (Bachelard, 96, cap.II), para o qual a alquimia é uma experiência subjetiva de crescimento moral (mais que compreensão racional, filosófica ou científica, do mundo) e deve, inconscientemente, se expressar na forma literária por

meio de conceitos que metaforizam as virtudes e os vícios que o indivíduo deve buscar ou rechaçar intimamente. Como nota o próprio Westfall, *De Gravitatione* não é um ensaio alquímico (Westfall, 80, p.304), o que poderia surpreender se sua datação fosse posta a partir de 1670, quando os conceitos alquímicos já estariam, talvez, bem assimilados.

Por outro lado, as críticas à filosofia mecânica não eram originais de Newton. Outros pensadores da época as compartilhavam e, em especial, elas são encontradas nos neoplatônicos de Cambridge. Neste ponto não há um consenso. Alguns autores defendem que a influência neoplatônica teria sido pequena sobre o jovem Newton. Mc Guire, por exemplo, argumenta que *De Gravitatione* teria bem menos influências de More que de Descartes através de suas *Meditações* (Mc Guire, 80, p. 69 ss.). A mim, no entanto, parece extremamente difícil desvincular os neoplatônicos da formulação do *De Gravitatione*. Como, então, se explicaria a presença patente das idéias de Gassendi nas primeiras definições do *De Gravitatione*; ou as críticas à filosofia mecânica e ao dualismo de Descartes, exatamente no mesmo tom que as feitas por More; ou a convergência entre as concepções sobre Deus, e a metafísica do espaço e tempo? Assim, *De Gravitatione* nos dá indícios para supor que, apesar de toda a dimensão que a alquimia ganhará nos trabalhos de Newton na década de setenta, seus fundamentos metafísicos foram definidos antes através da influência neoplatônica.<sup>4</sup>

A divergência com Descartes parece se concentrar na potencial eliminação de Deus promovida por uma filosofia mecânica, que ao desvincular corpo e espírito, cria as bases para uma matéria autônoma e autogovernada. Newton ao contrário, quer uma profunda ligação entre estas categorias e a enuncia na sua própria formulação mecânica. Assim o espaço e o tempo absolutos não serão prerrogativas de uma teoria *atéia* de universo, e sim a expressão de uma necessidade para a existência de Deus; bem como a matéria não será apenas uma massa movendo-se autonomamente, e sim animada por um princípio ativo, um ato da vontade de Deus (inércia) (225). Esta mesma preocupação ressurgiu na *Questão 31* da Óptica, onde a matéria é vista como criada e ordenada por um *ser inteligente*, em oposição a uma visão que tenderia a explicar a ordem no mundo a partir da ação de leis naturais sobre um caos inicial (Newton, 96, p.291).

Voltaire, como importante divulgador da obra Newton na França do século XVIII, retoma a crítica à Descartes exatamente nos mesmos termos:

“Falta muito aos pretensos princípios físicos de Descartes para que possa assim conduzir o espírito ao conhecimento de seu Criador.(...) Digo somente que algumas vezes ele abusou de seu espírito e conduziu seus discípulos a precipícios dos quais o mestre estava muito longe; digo que o sistema cartesiano produziu o de Spinoza; que conheci muitas pessoas conduzidas pelo cartesianismo a só admitirem como Deus a imensidão das coisas e que, ao contrário, não vi nenhum newtoniano que não fosse tefsta no sentido mais rigoroso.” (Voltaire, 96, p.26.)

Assim, Descartes que produziu um sistema de mundo no qual Deus estaria longe de ser negado, ao contrário, enuncia diversas provas de sua existência (Descartes, s/d, Quarta Parte; Descartes, 89, art. 14, 18, 20, e 21), passa a ser considerado responsável por uma laicização da filosofia natural.

A terceira “ficção cartesiana”, segundo Newton, é a concepção de infinito, o qual Newton concebe em forma absoluta e muito concreta. A existência do infinito é discutida explicitamente no segundo ponto de sua análise das propriedades da extensão (219-221). Ele nos dá um exemplo de infinitude: considere um triângulo cuja base e um dos lados mantenham entre si um ângulo fixo, enquanto o ângulo entre a base e o outro lado cresça gradualmente. O ponto em que os lados se encontrariam tenderiam a tornar-se mais e mais distante, tendendo ao infinito, e, continua,

<sup>4</sup> A questão específica sobre a influência do neoplatonismo sobre a filosofia natural do século XVII será tratada, por este autor, num artigo posterior.

“Ninguém pode dizer que ele seja infinito somente na imaginação, e não na realidade; pois, se eu traçar realmente um triângulo, os seus lados são sempre, na realidade, dirigidos em direção a algum ponto comum, no qual ambos se encontrariam se fossem prolongados, (...) embora se possa imaginar que ele caia fora dos limites do universo físico.” (220)

O infinito transcende a um objeto matemático. Ele é real como uma qualidade concreta da extensão. Agora, o fato de o infinito não poder, ele mesmo, ser plenamente imaginado, não implica na sua não existência, apenas numa incapacidade nossa que, em certa forma, pode ser superada pelo uso da Razão, a qual nos permite compreendê-lo.

Esta concepção *concreta* do infinito, coloca Newton em direta divergência em relação a Descartes, que preferia guardar o termo “infinito” apenas para referência a Deus. Qualquer outro objeto deveria, no máximo, ser tratado por “indefinido” (Descartes, 89, art. 26 e 27). Newton compreende que a preocupação de Descartes converge com a sua: distinguir, contra o que afirmavam outros autores da época, entre o espaço e Deus. Receia Descartes que, “se considerasse o espaço infinito, com isto ele mesmo se transformaria em Deus, devido à perfeição da infinitude” (221). Mas Newton responde que “a infinitude só constitui uma perfeição quando constitui um atributo das coisas perfeitas” e assim o espaço se distinguiria de Deus ao não possuir outras virtudes divinas. Por outro lado, se se tenta reduzir o problema salvaguardando o termo infinito para Deus e usando indefinido para o restante, isto deve “ser corrigido pelos gramáticos” (220), já que “indefinido” se refere ao que ainda não existe, não tem número definido, e é apenas uma possibilidade futura a ser definida. Isto é contrário ao “infinito” que é um termo positivo, negação do limite, afirmação de uma realidade maior e com realidade concreta.

Mas encontramos, também, o conceito de infinito sendo utilizado num sentido relativo (infinito em relação a algo), e isto realmente mostra o seu *amadurecimento*, mais que se utilizado num sentido absoluto. Newton pode nas variadas circunstâncias, o utilizar de forma apropriada e, mais importante, sem incorrer em paradoxos do tipo Zenão.<sup>5</sup> Isto é feito por exemplo, nas discussões que seguem às definições XV e XIX, na formulação das hipóteses de densidade uniforme e baixa viscosidade do fluido. Vejamos a primeira:

“Todavia, a fim de podermos conceber este corpo composto como um corpo uniforme, imaginemos que as suas partes são infinitamente divididas e espalhadas em toda parte através dos poros, de sorte que em todo o corpo composto não exista a mínima parte de extensão sem uma mistura absolutamente perfeita de partes e poros assim infinitamente divididos.” (234, grifos meus)

Newton percebe que, ao seu nível de análise das propriedades de equilíbrio dos fluidos, não importa realmente a forma da distribuição dos poros na matéria, desde que a suposição de que qualquer porção que se tome, *por menor que seja*, contenha a mesma proporção entre cheios e vazios do todo se sustente (portanto, dividir em *infinitas* partes tem um sentido relativo). Newton não está defendendo que a matéria realmente se disponha nesta forma até o menor dos infinitésimos de volume (assim, o infinito seria tratado de forma absoluta), afinal ele reconhece que esta ‘fracionalidade’ da matéria é um tanto artificial, “convém aos matemáticos contemplar as coisas à luz deste raciocínio (...); na física, porém, as coisas se apresentam de outra forma” (234).

---

5 Alguns anos antes, em 1664-65, em seu caderno de notas, Newton discute, rapidamente num parágrafo, o movimento de uma roleta e notando que uma parte da roleta não pode se mover até que a imediatamente seguinte tenha se deslocado, chega a um paradoxo deste tipo: se se põe uma roleta rígida em movimento, uma parte da roleta não pode se mover, a menos que a seguinte tenha se movido, mas se esta já se moveu, então iniciou seu movimento antecipadamente, mas se a roleta é rígida, o início do movimento deve ser simultâneo para todas as partes (Newton, 83, p.419).

## A Matéria e o Espaço

Apesar do rigor na articulação do texto, a discussão move-se mais ou menos incerta entre vários planos. Não há propriamente a formulação de uma metafísica, compreendida como um sistema completo e articulado de mundo. São formulados elementos. Mas constantemente uma categoria pode ser erigida não como um postulado metafísico, porém como uma hipótese plausível de trabalho, ou como um objeto matematicamente idealizado. Ou seja, há um movimento entre física e metafísica que dificulta uma leitura homogênea do texto. Ele é essencialmente fragmentado.

Newton começa por definir os conceitos com que irá trabalhar. Estes são num total de dezenove. Os quatro primeiros, de lugar, corpo, repouso e movimento, são, como observa Westfall, provenientes do *Syntagma Philosophicum* de Gassendi (Westfall, 80, p.303). Aliás, segundo Voltaire, Newton teria reconhecido, “a alguns franceses, que ainda estão vivos”, sua concordância com as Opiniões de Gassendi (Voltaire, 96, p.33).

Antes da primeira definição, a de lugar, Newton adverte: “Os termos quantidade, duração e espaço são por demais conhecidos para poderem ser definidos através de outros termos”(209). Newton não está sendo realmente sincero. Não há um intuitivismo nas suas primeiras concepções. Com a exceção da duração, que não é discutida no texto a não ser em rápidos enunciados de suas propriedades, quantidade — associada a corpo — e espaço são discutidos extensivamente tanto em contraposição às concepções cartesianas, quanto positivamente no estabelecimento de suas propriedades.

Quais as propriedades que, segundo Newton, caracterizam a extensão?

1) O espaço é infinitamente — em todas as direções e de todas as formas — seccionável. Assim, toda e qualquer parte, de posição e tamanho arbitrário, será composta de “esferas, cubos, triângulos, linhas retas, (...) figuras circulares, elípticas, parabólicas e todas as outras espécies de figuras (...)”(219), de tal maneira que a “configuração material de qualquer figura [corpo] não constitui uma nova produção desta figura com respeito ao espaço, mas apenas uma representação corpórea da mesma”(219). Esta é uma tese de homogeneidade (o espaço é infinitamente seccionável em qualquer figura, de qualquer tamanho) e de isotropia (o espaço é seccionável igualmente em todas as direções).

2) “O espaço tem uma extensão infinita em todas as direções”(219). Isto não implica que nosso universo físico seja infinito, ao contrário, Newton imagina ser o mundo finito e precisa supor a existência de “espaços ultracósmicos não revelados por Deus”(223). E assim, a extensão é uma propriedade do espaço, não da matéria.

3) “As partes do espaço são destituídas de movimento”(221). Como as partes são não corpóreas e não possuem “qualquer indício de individualidade”(222), se qualquer uma se movesse, o lugar do qual ela saiu permaneceria o mesmo, e aquele em que ela chegou, também (propriedade 1) de modo que não haveria mudança que caracterizasse movimento. Apesar desta propriedade ser uma consequência direta da homogeneidade já anunciada, é importante para Newton destacá-la, pois aqui se encontra um de seus pontos de forte discordância com relação a Descartes. O que Newton enuncia aqui é sua tese de espaço absoluto em relação ao qual se define o movimento local.

4) Tudo que é, está em algum lugar.

“O espaço constitui uma disposição do ser enquanto ser. (...) Deus está em toda a parte, as inteligências criadas estão em algum lugar, o corpo está no espaço que ocupa [lugar], sendo que qualquer coisa que não estivesse nem em nenhum lugar nem em algum lugar, na realidade não existiria.”(222)

5) O espaço não influencia, por nenhuma força, o movimento dos corpos e também por isso é a referência absoluta para este movimento.

6) “O espaço é eterno em sua duração e imutável em sua natureza.”(222) É eterno pois Deus também o

é e precisa estar em todo lugar (propriedade 4). Não é explicado o porquê de ser imutável, mas possivelmente se deve à natureza de Deus ser concebida também como imutável.

Assim, o espaço newtoniano é homogêneo e isotrópico, infinito, imóvel, inócuo, eterno e imutável. E o corpo, o que o caracteriza?

Newton vê como sensatez a disposição de transcender as qualidades sensíveis tomando tão somente a essência do corpo. Pensa como os velhos atomistas e os novos cartesianos “atribuir tais qualidades sensíveis à inteligência como sendo diversos modos de pensar produzidos pelos movimentos do corpos”(210). Basta, portanto, ao corpo “a *extensão* e um ato da vontade de Deus” (225) para caracterizá-lo sem os acidentes. O *ato da vontade* de Deus tem dois sentidos: primeiro, ato criador. O espaço sempre existiu, porém os corpos *não necessariamente*. Segundo, — novamente se contrapondo a Descartes — não basta ao corpo o tamanho, é preciso também que ele seja capaz de “excitar várias percepções de nossos sentidos”(224). Se Deus é capaz disto, e sem dúvida o é, então um ato seu pode transferir aos corpos esta capacidade.

O espaço e a duração são necessários como conseqüência da disposição de Deus. A matéria não. Esta não é necessária e é atribuída à livre vontade criadora de Deus. Deste ponto de vista, Newton expõe uma hipótese muito elegante para a gênese da matéria a partir de uma negação do espaço por um ato divino. Ele pensa, a princípio, o espaço completamente vazio e Deus, por sua vontade e poder infinitos, fazendo com que algumas seções das infinitas que compõem o espaço (propriedade (1) do espaço, acima) assumam qualidades negativas em relação a este, ou seja, i) mobilidade (estas partes escolhidas podem alterar sua posição em relação ao absoluto), ii) impenetrabilidade entre quaisquer duas destas partes, iii) capacidade de excitar nossos sentidos. Newton observa que, assim compostos, “esses seres não serão menos reais que os corpos”(225).

Apesar de simpático à esta hipótese (três páginas são dedicadas a ela), Newton não a enuncia com certeza: “não tenho um conceito claro e distinto sobre este assunto”(223). O importante aqui, no entanto, não é propriamente a gênese exata da matéria, e sim sua forte dependência causal para com Deus.

## A Física

Posto o espaço absoluto, a matéria definida pela potência de movimento e excitação de nossos sentidos, e tempo como fluxo único e homogêneo (“O momento da duração é o mesmo em Roma e em Londres, na terra e nas estrelas, e através de todos os céus.”(222) ), Newton, com estes elementos, pode pôr-se a discutir sua física. Uma física complexa e heterogênea, tal qual seu momento histórico. Newton, ora é medieval na sua completa falta de algebrização que o leva a enunciar conceitos obscuros e imaturos como “*velocidade* é a intensidade do movimento, ao passo que *lentidão* é a diminuição do movimento” (233); ou “se um corpo 2 se move à velocidade 3 durante um período de tempo 4, o movimento completo será  $2 \times 3 \times 4$ , ou seja 12”(233), que é o mesmo tipo de quantificação já desenvolvida, em forma geométrica, pela Escola de Merton, no século XIV.

Por vezes, tal como seus contemporâneos, geometriza totalmente sua discussão como, por exemplo, nas demonstrações de suas duas proposições a respeito dos fluidos não-pesados. Este Newton reencontraremos nos *Princípios Matemáticos*.

Mas ele também é moderno na sua profunda capacidade de abstração. O não essencial é posto completamente de lado para a simplificação do problema. Um exemplo é o fato de tratar de *fluidos não-pesados*. O efeito do peso, Newton reconhece não ser essencial para o conhecimento das propriedades específicas meios fluidos. Concluirá (proposição II) que as partes de um fluido sob compressão não possuirão movimentos relativos. No mesmo sentido, formulará as hipóteses de densidade uniforme e baixa viscosidade.

Vejam os que estágios estava a teoria dinâmica de Newton.

As três leis do movimento já começam, de uma forma ou de outra, a ganhar forma. A primeira e segunda

leis, não eram em termos conceituais novidades para os contemporâneos de Newton. O Princípio da Inércia — vinha ganhando adeptos em seu lento amadurecimento desde o século XIV (Franklin, 73) — era peça fundamental na física de Descartes. A partir da inércia, o conceito de força como agente da mudança do estado de movimento era também comum. Coube ao Newton dos *Principia* torná-los operacionais. A ação e a reação tal como posta no manuscrito, confirma o envolvimento de Newton com a física cartesiana: não há referência às forças envolvidas e envolve ainda a noção de contato.

A esta altura Newton tentava primariamente desenvolver estes conceitos sob formas quantitativas. A força deve poder ser quantificada, “a sua quantidade absoluta é o produto da sua *intensão* e da sua *extensão* (232)”. Mas a quantificação da força como o produto [intensão x extensão] também não se coloca sem dúvida para Newton. Ele comenta rapidamente que a quantidade de força talvez também tivesse que levar em conta o tempo em que ela é aplicada. Seria assim [intensão x extensão x duração]. Três exemplos são analisados em termos da primeira definição de quantidade de força: inércia, pressão e gravidade, nesta ordem. Vejamos o que nos sugerem estes exemplos, reescritos na tabela I em linguagem moderna.

Tabela I

Força	Extensão	Intensão	Simbolicamente
Inércia	Massa	Velocidade	$p = m.v$
Pressão	Superfície	Aumento da Pressão	$F = P.A$
Gravidade	Massa	Gravidade Específica	$F = m.g$

O fato da inércia ser quantificada tal como uma força indica que Newton não a está pensando como a compreendemos modernamente, como o estado natural do corpo na ausência de forças. A inércia é posta como uma força, como uma *força inata*. O fundamental desta concepção é que nela o movimento não goza de naturalidade, ao contrário, continua a ser engendrado por uma ação, que no caso inercial, é uma ação interna (*insita*), própria e característica dos corpos com massa e, deve ser buscada originalmente na sempre atual ação de Deus.

O conceito de *vis insita*, que no *Principia* vai ser igualado a *vis inertiae*, permanece curiosamente ambíguo: ao mesmo tempo é uma ação que engendra o movimento (neste caso, *insita*), e também uma resistência à alteração do movimento por uma *vis impressa* (neste caso, *inertiae*). Na definição de inércia, o Newton dos *Principia*, já trata o movimento e o repouso em pé de igualdade, se bem que o vocabulário mantenha ainda o conceito de matéria animada, através da força inata. É bem possível, e isto não se coloca ainda com muita certeza para mim, que esta ambiguidade permaneça no *Principia*, nas várias abordagens da inércia. Mas isto merece um estudo mais detalhado.<sup>6</sup>

<sup>6</sup> Nos *Principia*, o princípio de inércia ainda não está posto em primeiro plano: Newton se refere a ele a partir da definição de força inata, a qual é um poder (*potentia*) de resistir a alteração do estado de movimento. “Esta força não se difere em nada da inatividade da massa, mas em nossa maneira de concebê-la.” (Newton, 72, def. III, grifos meus.) Por isto pode ser chamada inequivocamente de força da inatividade (*vis inertiae*). Quais são estas maneiras de concebê-la? Qual o estatuto da *vis insita* diante das outras forças, se ela é apenas *potentia*, e como tal, algo por atualizar, não atuante (cf. Leibniz, *Monadologia*)? *Vis insita* como resistência à alteração do repouso ou do movimento uniforme, exige uma certa equivalência entre estes estados (princípio de relatividade: cf. Newton, 72, def. III). Mas como então afirmar o movimento absoluto (cf. Newton, 72, escólio das definições)?

A quantidade absoluta de força gravitacional traduzida simbolicamente pode dar a impressão de que Newton já a dominava quinze anos antes dos *Principia*. Mas Newton é explícito: “intensão da gravidade é proporcional à gravidade específica de cada corpo”(233). Uma afirmação como esta poderia levar a conclusão de corpos diferentes caem em tempos diferentes, isto cinquenta anos após Galileu. A gravitação universal está longe de ser formulada. Diz Newton:

“Gravidade ou peso é uma força que existe em um corpo e que o impulsiona para baixo. Todavia, com o termo ‘ir para baixo’ não se entende aqui exclusivamente o movimento em direção ao centro da terra, mas também em direção a qualquer ponto ou região, ou mesmo a partir de qualquer ponto.”(232)

Nota-se que esta hipótese sobre a gravidade é radicalmente diferente daquelas hipótese mecânicas que ele aprendera no mecanicismo desde cedo, em sua graduação e desenvolveria por toda a década de 1670. Nota-se, também, que já fora, para Newton, transcendo um conceito primário de gravidade como uma relação entre os corpos e a terra exclusivamente. Ele aposta em algo mais: qualquer tendência de movimento originada por qualquer força “pode ser considerada gravidade”(232). E continua:

“Assim sendo se o ‘conatus’(esforço) do éter que gira velozmente em torno do sol em afastar-se do seu centro for considerado como gravidade, poder-se-ia dizer que o éter ao afastar-se do sol vai para baixo.”(232)

O éter afasta-se do centro do sol devido ao *conatus*, que é, neste caso, um esforço *centrífugo*. Como analisa Cohen (Cohen, 81), Newton só compreenderia o movimento circular em termos de força centrípeta, a partir de sua correspondência com Hooke em 1679. Justamente esta mudança entre centrífuga e centrípeta seria fundamental para o desenvolvimento da Teoria da Gravitação, ao colocar em destaque o papel de um corpo central como o sol. Por outro lado, Newton está pensando a gravidade exatamente de modo oposto à concepção atrativa: é o esforço centrífugo que pode gerar, entre outras causas, a gravidade, e não atração gravitacional que gera o movimento orbital com força centrípeta, como ele ensinaria mais tarde.

A despeito de toda a discordância com relação a Descartes, Newton mantém-se de acordo com o francês quanto a existência de um éter responsável pelos fenômenos mecânicos. Mas, diferentemente de Descartes onde o éter possuía um grande peso em sua concepção metafísica, em Newton o éter é apenas operacional. O problema da queda dos corpos foi tratado por Newton através de diversos modelos etéreos até a formulação dos *Princípios Matemáticos*. Estes modelos para explicar mecanicamente a queda dos corpos, buscavam sempre encontrar uma forma para a transferência de momento entre o éter e o corpo posto em queda que fossem capazes de reproduzir o fenômeno gravitacional quantitativamente. Em 1664-65, Newton cogitava, ainda qualitativamente, que “*the matter causing gravity must pass through all of the pores of a body*” (Newton, 83, p.363). Em sua carta a Oldenburg de 1675, Newton volta à sua hipótese sobre ação elétrica e gravitacional por meios mecânicos: “... *so may the gravitating attraction of the earth be caused by the continual condensation of some other such-like etherial spirit ...*” (Newton, 53, p. 85). Em sua correspondência com Boyle, em 1679, Newton discute outro modelo mecânico onde entra em jogo, não a circulação de um éter homogêneo, e sim as variações de densidade do éter. O modelo de gravidade baseado na circulação do éter homogêneo reaparecem em manuscritos de 1686, em rascunhos do Escólio Final da segunda edição dos *Principia*, em 1713, e nas questões adicionadas à segunda edição inglesa da *Óptica*, em 1717.<sup>7</sup>

Assim, a hipótese sobre a gravidade que encontramos neste manuscrito, não se assemelha em nada com estes modelos mecânicos que Newton cultivou pela vida inteira, antes e depois do *De Gravitatione*. Neste, a gravidade é definida de forma *nominalista*, sem se preocupar com os mecanismos que a fazem

7 Para uma discussão mais geral sobre as hipóteses etéreas para a gravitação em Newton e em autores como Huygens, Fatio e Malebranche, inclusive no período imediatamente pós *Principia*, ver Hall, 61 e Rosenfeld, 69.

operar nos vários casos (queda dos corpos, éter girando em torno do sol, etc.). A gravidade em Newton, em 1670, também não tem a menor semelhança com a gravitação universal de 1687, a não ser pela proporcionalidade com a massa do corpo e pelo nível de abstração que desvinculava gravidade de um efeito concernente à terra. Apesar disto, na velhice Newton insiste que já possuía a gravitação universal desde 1666, no *annus mirabilis* de sua produção. É onde se encontra o *mito da maçã*. Ele tinha nesta época nada mais que resultados experimentais e a equação do movimento circular,  $mv^2/r$ , com os quais comparava a força que contrabalançaria o esforço da lua em se afastar do centro da terra (sua tendência centrífuga), com a ação da gravidade na superfície da terra, obtendo a razão 1:4000. Por outro lado, ainda com a equação do movimento circular e com a terceira lei de Kepler, ele concluía que o esforço de afastamento seria proporcional ao inverso do quadrado da distância. No caso da lua, afastada cerca de 60 raios terrestres (uma aproximação ruim), teríamos a relação entre o esforço na superfície da terra e na distância até a lua dada por 1:3600 (Westfall, 93, p.51; Cohen, 81). Apesar da proximidade entre as duas razões, nada indica que Newton tenha correlacionado a gravidade na superfície da terra com o esforço centrífugo, pelo menos não antes de 1680. A história contada mais tarde por Newton possivelmente foi sua tentativa de assegurar a sua prioridade na descoberta da teoria, isto lembrando sua disputa com Leibniz a respeito da invenção do Cálculo e os pedidos de crédito de Hooke para a lei do inverso do quadrado da distância.

## Conclusões

Newton foi um homem do seu tempo. As questões físicas e metafísicas com as quais se defrontou, desde sua juventude até a maturidade, foram essencialmente as mesmas que alimentavam os debates e a produção da filosofia natural do século XVII (Burt, 91), entre elas, nos interessou ao longo deste trabalho: (i) a redefinição das categorias-base da metafísica pós-escolástica (e aí, a influência fundamental de Descartes para que Newton aprendesse a ler os *fenômenos naturais* a partir de uma redução mecânico-matemática); (ii) a crítica à radicalização da dicotomia corpo-mente conseqüente da dualidade cartesiana (levando, por influência neoplatônica, ao rompimento de Newton com Descartes); (iii) o estabelecimento de critérios de verdade para a produção da filosofia natural; (iv) a definição do estatuto dos fenômenos da gravitação (fenômeno mecânico ou para-mecânico?).

No *De Gravitatione*, todas estas questões encontram-se discutidas a partir da crítica a Descartes, por um Newton que já deixa revelar os esboços, ainda imaturos, de sua Mecânica. Assim, o movimento absoluto é enunciado (em contraposição ao relativo, de Descartes) como conseqüência direta da existência de espaço e tempo absolutos. O espaço e tempo absolutos são concebidos (por influências de More, Gassendi e Barrow) como necessidade intrínseca à existência (*se é, está*), radicalizada pela perfeição da existência de Deus. A matéria é então concebida literalmente como uma negação do espaço por um ato da *vontade* de Deus e, portanto, a matéria é não-necessária.

A matéria é dotada de uma força interna ou inata (*vis insita*) que resiste à alteração do estado de movimento (retilíneo-uniforme ou repouso), sendo que esta alteração do estado só se dá pela ação de uma força externa (*vis impressa*). Tanto a força interna quanto a externa devem poder ser quantificadas como o produto de sua intensão pela sua extensão (talvez também se deva levar em conta a duração da força, Newton não está bem certo). Enquanto a força externa é conseqüência da impenetrabilidade dos corpos, a força interna é conseqüência da mobilidade deles. Estas duas propriedades, impenetrabilidade e mobilidade, são atos da vontade de Deus em sua gênese da matéria a partir da negação do espaço.

A gravidade é encarada de forma muito diversa dos modelos mecânicos de circulação do éter que encontramos em outros escritos de Newton, anteriores e posteriores. No *De Gravitatione*, ela é tomada num sentido nominalista, sendo apenas a definição de movimentos coletivos, não importando as causas destes movimentos. Isto demonstra que havia já uma vontade de transcender a um conceito primário de gravidade como uma relação exclusiva entre os corpos em queda e a terra, mas, por outro lado, é mais uma

evidência de que Newton não conhecia a gravitação universal desde os *anni mirabilis*, como ele próprio relata anos mais tarde.

Por fim, o rompimento com Descartes, que é o passo fundamental para levar Newton à formulação de sua mecânica, se dá a partir de divergências metafísicas fundadas na concepção da natureza de Deus e de seu grau de atuação no mundo, extrapoladas para crítica propriamente física do movimento relativo. A dualidade radical cartesiana na separação *res cogitans versus res extensa*, leva, segundo os críticos, a uma ateização da filosofia natural, através de um deslocamento de causas eficientes de Deus para a mecânica.

O objetivo de Newton, identificado ao dos neoplatônicos, é o de restituir o papel central de Deus nas explicações dos fenômenos naturais, sem, no entanto, abrir mão de uma física, o que é possível desde que Deus é concebido como ser inteligente e perfeito, e sua perfeição é garantia da imutabilidade de sua vontade e da ação determinística. Recolocar Deus no mundo, na prática é feito através da defesa radical anti-dualista da tese metafísica de que tudo que existe, existe no espaço (ou seja, possui extensão). Assim Deus é extenso, à sua maneira, e justamente sua perfeição leva à necessidade do espaço absoluto como efeito direto de sua existência.

O espaço, sendo absoluto, torna-se referencial também absoluto para o movimento, donde a crítica à tese do movimento relativo de Descartes torna-se central: mostrar a coerência do movimento absoluto e/ou a incoerência do movimento relativo implica na redivinização do mundo defendida pelos neoplatônicos. Apesar dos quinze anos que separam *De Gravitatione* dos *Principia*, e dos trinta anos que separam *De Gravitatione* da *Opticks*, as discussões que encontramos nestas obras de maturidade, principalmente no Escólio Geral da primeira e na *Questão 31* da segunda, demonstram que Newton mantinha-se coerente com estas reflexões da juventude, nos revelando a importância capital da influência de Barrow, More e Gassendi.

Por último, é sempre interessante notar que os conceitos de espaço e duração absolutos (a este cabe uma discussão rigorosamente análoga à do espaço) passam à ciência moderna sem carregarem o peso metafísico-teológico de sua concepção original.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHELARD, G. *A Formação do espírito científico*. Contraponto, 1996.
- BURTT, E. A. *As Bases metafísicas da ciência moderna*. Brasília: Ed. Universidade de Brasília, 1991.
- COHEN, I.B. Newton discovery of gravity. *Sci. Am.*, n.244, p.167, mar. 1981.
- DESCARTES, R. *Discurso sobre o método*. Hermus, s/d.
- \_\_\_\_\_. *Princípios da Filosofia*. Guimarães Editores, 1989. Livro 1.
- FRANKLIN, A. Principle of inertia in middle ages. *Am. J. Phys.*, v. 44, n.6, june 1976.
- HALL, A. Cartesian dynamics. *Arch. Hist. Exact Sci.*, 1, p.172, 1961.
- KOYRÈ, A. *Étude Newtonienne*. Paris: Gallimard, 1968.
- \_\_\_\_\_. *Estudos de história do pensamento científico*. Trad. M. Ramalho. Forense Universitária, Ed. Universidade de Brasília, 1982.
- McGUIRE, J.E. *Space, geometrical objects and infinity: Newton and Descartes on extension in W.R. Shea (ed.) Nature Mathematized*. D. Reidel Publishing Company, 1980.
- NEWTON, I. *Hypotesis touching on the Theory of Light and Colors*, ed. by H.S.Thayer in *Newton's Philosophy of Nature: selections from his writings*. Hafuer Press, 1953.
- \_\_\_\_\_. *Philosophiae Naturalis Principia Mathematica*. 2 v. edited by A. Koyré, I. Bernard Cohen, Harvard University Press, 1972. *Mathematical Principles of Natural Philosophy*, Motte's translation revised by Cajori, University of California Press. *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural. Trechos escolhidos*. Nova Cultural, 1987 (*Os Pensadores*)

- \_\_\_\_\_. *Add. 3996 and Add. 3975*. Transcription and expansion. In: **MCGJIRE, J. E. , TAMNY, M.** *Certain philosophical questions: Newton's Trinity notebook*. Cambridge University Press, 1983.
- \_\_\_\_\_. *O Peso e o equilíbrio dos fluidos*. Trad. L.J.Baraúna. Nova Cultural, 1987. p. 207-238 (Os Pensadores). *De gravitatione et aequipondio fluidorum*, ed. by A.R. Hall , M.B. Hall in *Unpublished Papers of Isaac Newton*. Cambridge University Press, 1962. p.90-121.
- \_\_\_\_\_. *Óptica*. Trad. A. K. T. de Assis. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1996.
- ROSENFELD, L.** Newton's Views on Aether and Gravitation. *Arch. Hist. Exact Sci.*, 6, p.29, 1969.
- VOLTAIRE**, *Elementos da filosofia de Newton*. Trad. M.G.S. do Nascimento. Ed. da Universidade de Campinas, 1996.
- WESTFALL, R.S.** *Never at rest: a biography of Isaac Newton*. Cambridge University Press, 1980.
- \_\_\_\_\_. *Newton and alchemy in occult and scientific mentalities in the Renaissance*. ed. by Brian Vickers. Cambridge University Press, 1984.
- \_\_\_\_\_. *A Vida de Isaac Newton*. Trad. Vera Ribeiro. Nova Fronteira, 1993.

---

Mario Barbatti é Doutorando em Física Atômica e Molecular (UFRJ)  
Endereço: Pós Graduação. IF-UFRJ - Caixa Postal 68.528  
21.945-970 - Rio de Janeiro, RJ - Brasil  
Email. barbatti@if.ufrj.br