

2 Matéria

O propósito deste capítulo não é prover uma exposição sistemática e exaustiva sobre a matéria, quer a partir de um ponto de vista epistêmico quer sob sua estrutura metafísica. Serão expostos primeiramente alguns enfoques contemporâneos que julgamos oportuno abordar segundo a perspectiva epistêmica, bem como apresentar, em segundo lugar, uma síntese do pensamento de Tomás de Aquino a respeito da estrutura ontológica da matéria, segundo uma perspectiva que difere da usualmente aceita como interpretação do pensamento do Aquinate acerca do conceito de *materia prima*, mas que, em nosso entender, recupera o sentido original que lhe quis imprimir Tomás, a qual servirá de sustentação para o modelo algébrico com o qual proporemos abordar sua natureza potencial. No que se refere à perspectiva científica ou epistêmica*, na primeira seção do capítulo, exporemos argumentos de Hermann Weyl, Werner Heisenberg, Erwin Schödinger, Wolfgang Smith e Marc Lange. Em seguida, na segunda seção, sustentaremos fundamentalmente, baseados em inúmeros textos de Tomás, especialmente no *De Potentia q.4*, que a matéria primeira, *ser em potência*, possui uma essência entitativa mínima, pela qual se afirma e fundamenta sua potência, e que, por meio da constituição *sui generis* dessa essência são extraídas as formas específicas da natureza, entre as quais aquelas que são as mais elementares da estruturação espaço-temporal dos entes.

Alguns textos, tanto do *De Potentia* quanto da *Suma Teológica*, nos quais o Tomás de Aquino sustenta que a *materia prima* não foi um ser criado *absolutamente potencial*, mas possuiu em seu interior *formas elementares*, que são essenciais para a consecução dos objetivos desta dissertação, seguem:

* Estamos cientes de que *epistêmico* usualmente apresenta o sentido de “reflexão filosófica acerca de”, ou seja, se trata comumente de estabelecer uma perspectiva acerca do alcance ou papel desempenhado por uma teoria em conjunto com a justificação de sua aceitação pela comunidade de especialistas. No entanto, em contraposição à elaboração propriamente ontológica ou metafísica do real, as construções propriamente científicas (hipóteses, modelos, teorias, métodos, entes teóricos, etc.) são construções que possuem caráter epistêmico, isto é, nos asseguram um conhecimento de natureza quantitativa acerca do real, mas não de natureza ontológica. Vimos que, segundo a proposta de Maritain acerca do alcance das teorias científicas, o que chamamos de *epistêmico* (no sentido de científico), foi convenientemente denominado por ele *empiriológico*.

Se Deus produzisse um ser meramente potencial ele faria menos do que a natureza, que produz entes atuais. A perfeição de toda ação antes depende do termo para o qual ela tende do que do qual se origina. Ademais, o argumento ele próprio [*Deus pode fazer mais do que a natureza; bem, a natureza faz um ser potencial ser atual; portanto, Deus pode fazer com que aquilo que é um ser seja simplesmente potencial e, portanto, ele poderia produzir uma matéria sem forma* (argumento 3 contra Agostinho)] envolve uma contradição, a saber que algo seja produzido que seja pura potência, visto que o que é produzido precisa ser na medida em que é (Física VI), e o que é puramente potencial simplesmente não é⁷².

As palavras de Agostinho não significam que a matéria estava em tal potência para as formas elementares que não tivesse nenhuma delas, mas que em sua essência não continha formas atuais [substanciais] senão que está em potência a todas elas⁷³.

Portanto, deve-se dizer que a matéria prima nem foi criada completamente sem forma, nem com forma comum, mas com formas distintas [as formas elementares]⁷⁴.

As diversas formas elementares estavam nas diversas partes da matéria que, todavia, foi dita ser informe porque ainda não havia recebido as formas dos corpos mistos, para os quais as formas dos elementos estavam em potência e porque os elementos ainda não estavam adequadamente situados para a produção de tais corpos, como já foi dito.⁷⁵

E em vários outros trechos tanto da *Suma* como do *De Potentia Dei*, bem como de outros, que serão perfilados convenientemente ao longo deste trabalho à medida que expusermos uma perspectiva nova acerca da ontologia da matéria em Tomás de Aquino e perfeitamente coadunada com as descobertas da física contemporânea, o Aquinate sustenta, ao nosso ver, que a matéria primeira não era absolutamente informe, ou seja, desprovida absoluta e completamente de toda forma, mas apenas de toda forma *substancial* ou *específica*, e que continha em seu interior (em sua *essência*) as formas dos elementos[†], mediante as quais foram eduzidas, por meio de operações de composição e transmutação dessas formas elementares em seu interior, e segundo a ordem do mais imperfeito para o

⁷² TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad(3 contra Agostinho).

⁷³ *Ibid.*, ad. (8 contra Agostinho).

⁷⁴ TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^o q66 a1 sol.

⁷⁵ TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad13.

[†] Ou formas elementares.

mais perfeito⁷⁶, todas as formas substanciais (em ato) naturais que estão imersas na matéria, menos a forma humana, criada *ex-nihilo* diretamente por Deus.

Ademais, *formas elementares* não significam as formas dos quatro elementos (terra, água, fogo e ar), na medida em que estes são elementares para a formação dos compostos, haja vista já serem entes existentes no espaço-tempo e, por isso, dotados de formas específicas ou substanciais próprias a cada um. Forma elementar é um certo ente mínimo que informou a *materia prima* desde sua criação e, portanto, trata-se de uma *razão seminal* da matéria. Quantas foram? Tomás de Aquino não se pronuncia a respeito, apenas que eram em número *finito* como veremos adiante. Trata-se esta tese da existência de formas elementares no interior da matéria primeira de uma questão difícilíssima, no entanto temos de sustentá-la por duas razões: a primeira, porque Tomás a sustenta, a despeito de notoriamente não ser esta a interpretação usual; em segundo lugar, porque, como já dissemos, é perfeitamente ajustada à realidade factual de descobertas realizadas pela física contemporânea; aliás, o realismo aristotélico-tomista assim demanda, a saber, que os conceitos que temos do mundo provêm do processo de visualização abstrativa (do qual tratamos no primeiro capítulo), o que implica dizer que, ao revolvermos uma estrutura (digamos) sutil da realidade com uso de recursos disponíveis à experimentação e observação suficientemente refinados, devemos ser capazes de coadunar nossas descobertas com os princípios metafísicos dessa estrutura.

Segundo Roberto Torretti⁷⁷, o conceito de uma matéria criada por Deus, a partir do nada, consistindo de um único conteúdo universal, foi defendida por Galileu, Descartes e Newton, com exceção de pequenas diferenças, dado que este conceito possibilitava o tratamento matemático dos fenômenos físicos. Ora, de acordo com Robert Boyle, “há uma única matéria universal comum a todos os corpos, que é uma substância extensa, divisível, e impenetrável”.⁷⁸ Mais ainda: Boyle sustentava que esta mesma matéria universal responde pela diversidade dos corpos* através dos diversos movimentos que diferentes partes da matéria

⁷⁶ TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q66 a1 ad(contra 1).

⁷⁷ TORRETTI, 1999.

⁷⁸ BOYLE apud TORRETTI, op. cit., p. 14.

* Diferentemente de Aristóteles e Tomás de Aquino, que entendiam a diversidade dos corpos pela diversidade das formas. Bem explicado aqui: diversidade dos corpos significa espécies diferenciadas de seres materiais. A multiplicidade de indivíduos pode existir numa mesma dada

possuem entre si. Assim, a divisão da matéria em partes de diferentes tamanhos e formas “é o efeito genuíno do movimento determinado de várias formas, pois a experiência nos mostra [...] que esta divisão da matéria é freqüentemente realizada em corpúsculos ou partículas [...] diminutas e insensíveis”⁷⁹.

Por isso, argumenta Torretti, Galileu pôde afirmar que o universo é como um livro aberto em linguagem matemática, lido por meio de triângulos, círculos, e outras figuras geométricas, sem as quais não seria possível compreendê-lo; daí também se situar a conhecida distinção entre qualidades “primárias” (número, figura, movimento), como objetivas e reais, e qualidades secundárias (cor, aroma, textura, etc.), como subjetivas e ideais. No entender de Torretti, o conceito moderno de matéria que surge com Boyle, Galileu, Descartes et alii, de certa forma possibilitou o emprego de conceitos e métodos matemáticos na descrição e no entendimento dos fenômenos, pois esta matéria torna-se similar ao éter dos corpos celestes, o qual, por sua estabilidade, oriunda das “formas”, poderia ser descrita com o aparato matemático existente então. Ao nosso ver, isso faz sentido, pois os escolásticos, como Tomás de Aquino, classificavam a astronomia como “ciência média”⁸⁰, a saber, ciência cujo objeto material eram os corpos celestes, feitos do quinto elemento, portanto imutáveis e passíveis de descrição estável, e cujo objeto formal* era a matemática, mais especialmente a geometria, cujos conceitos universais e eternos poderiam ser perfeitamente aplicáveis às formas imutáveis dos corpos celeste. Ora, continua Torretti, se a matéria “cá-embaixo”, no mundo sublunar, também se constitui de um substrato universal, que se conserva no movimento, e sendo este aquilo que define os corpos, por meio da disposição de partes e corpúsculos, nada mais razoável do que aplicar os conceitos matemáticos, também oriundos especialmente da geometria, a esta matéria universal e a seus movimentos intra e intercorpúsculares.

forma, mas, neste caso, sua pluralidade decorre da *matéria assinalada pelas dimensões* (veremos mais adiante este conceito).

⁷⁹ TORRETTI, op. cit., p. 19 et p. 145.

⁸⁰ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Comentário ao Tratado da Trindade de Boécio*, p. 115-127.

* Em linhas gerais, o objeto material é aquilo mesmo que se deseja estudar, o *input*, por assim dizer, o dado, o fato; objeto formal é o mecanismo de apropriação, a perspectiva e o método à luz do qual o objeto material é visto, revolvido e compreendido.

Por conseguinte, nada mais natural esperar – como, de fato, ocorreu – que conceitos e métodos matemáticos fossem formalmente aplicados a esta matéria universal, objeto material da nova física (ou da nova ciência dos fenômenos).

Por sua vez, Descartes, segundo Torretti, foi aquele que possivelmente mais contribuiu para o estabelecimento e a fixação do conceito contemporâneo de matéria: matéria como uma pura extensão inerte; extensão em comprimento, largura e profundidade⁸¹, cuja divisão em partes, bem como os conceitos associados (número, figura, etc.) são as únicas idéias que podemos conceber, de forma clara e distinta, a respeito das mesmas.

⁸¹ Cf. TORRETTI, op. cit., p.17.

2.1

O enfoque epistêmico (científico) da matéria*

Iniciamos nossa exposição do enfoque epistêmico com a proposta de Hermann Weyl.⁸² Para este autor, matéria denota a substância do mundo, a qual está submetida à “lei da conservação da matéria”, a saber, qualquer quantidade de matéria permanece constante em qualquer mudança. Ou seja, a matéria, tomada como algo substancial quantificável, é um invariante nas interações físicas. Por outro lado, físicos como Faraday e Maxwell propuseram uma nova categoria da realidade⁸³. Esta nova categoria a que se refere Weyl é o conceito de *campo*.[†] No entanto, para o autor, tal substancialidade é redutível apenas ao que é empiricamente verificável⁸⁴, visto que nosso conhecimento acerca da realidade apresenta-se sob um duplo aspecto: em primeiro lugar, não há *qualidades* reais nos objetos da experiência, ou seja, as chamadas “qualidades secundárias” são subjetivas, restando apenas tratar aquilo que é matematizável[‡]; em segundo lugar, espaço e tempo, e tudo que neles está contido, apresenta-se como um fenômeno⁸⁵. Portanto, o acesso ontológico a qualquer conteúdo constitutivo da matéria fica bloqueado, restando tão-somente o acesso epistemológico sob as condições estritas da física-matemática. Segue-se daí que a definição de matéria assume um aspecto eminentemente matemático, a saber, que sua medida, a massa, é reposta pela energia associada ao corpo: “inércia é uma propriedade da energia”.⁸⁶ Neste caso, segundo Weyl, a inércia de um corpo é causada por sua energia potencial.

* Epistemologia, neste trabalho, é o empreendimento intelectual que busca o conhecimento do que os escolásticos denominavam “causas segundas”, usualmente compreendidas como as causas de natureza material e eficiente, necessárias para dar conta da realidade física em seus detalhes. Neste sentido, epistêmico retoma a acepção aristotélica original de “conhecimento certo segundo as causas”, ao mesmo tempo em que caracteriza a natureza do empreendimento científico moderno.

⁸² Cf. WEYL, 1952.

⁸³ Cf. WEYL, op. cit., p. 1-2.

[†] Weyl não esclarece se o termo categoria procede de Aristóteles, da mesma forma com que se refere a *substância* sem precisar claramente o sentido; possivelmente Weyl tinha em mente o esquematismo kantiano, haja vista que a exposição inicial que faz acerca de espaço e tempo é claramente fundamentada em Kant, ou seja, espaço e tempo como formas puras a priori do sujeito cognoscente.

⁸⁴ Cf. WEYL, op. cit., p.5.

[‡] Esta formulação que separa o acesso à realidade material dos corpos em dois aspectos, um objetivo, as qualidades primárias, a figura, a extensionalidade, o movimento, etc., e outro, subjetivo, as qualidades secundárias, a cor, a textura, a fragrância, etc. remonta a Descartes e foi sustentada pelos empiristas ingleses.

⁸⁵ Cf. WEYL, op. cit., p.4.

⁸⁶ Cf. WEYL, op. cit., p.202.

Sendo m o valor da massa, medida da quantidade de matéria ou inércia do corpo, E a energia potencial, então,

$$m = E/c^2, \text{ em que } c \text{ é a velocidade da luz.} \quad (2.1)$$

Assim, continua o autor, “obtéem-se uma visão nova e puramente dinâmica da matéria”.⁸⁷ Ora, Weyl preocupa-se a esta altura em especificar as condições epistêmicas de acesso à matéria, através de uma definição dinâmica que nos permita esclarecer algo sobre a substancialidade das partículas atômicas*, concluindo que:

[Tais partículas, como por exemplo, o elétron] não mais se nos aparece como uma pequeníssima região [do espaço-tempo] distintamente separada do campo [... sendo] um “nó de energia” que se propaga no espaço vazio de uma forma não diferente do que uma onda o faz na água avançando sobre a superfície do mar; não há qualquer “única e mesma substância” de que [as partículas] sejam compostas em todos os momentos. Há apenas um potencial⁸⁸.

O problema torna-se então saber porque o campo apresenta tal estrutura “granular”, ou seja, porque é constituído de “nós de energia” -- a saber, as partículas -- que “preservam sua energia e seu momentum ao passar daqui para acolá (embora não permaneçam totalmente inalteráveis, retêm sua identidade num grau extraordinário de precisão) [...] aqui repousa o *problema da matéria* [grifo do autor]”.⁸⁹ Vemos, portanto, que Weyl propõe uma concepção de matéria que está associada intimamente à existência de um potencial de energia de um campo e, por conseguinte, a matéria é algo cuja natureza é atômica. Prossegue, contundentemente, “não é o campo que requer a matéria como sua portadora de modo a ser capaz de existir por si mesmo, antes é a *matéria* que, ao contrário, é *um produto do campo* [grifos do autor]”⁹⁰, ou seja, o campo é aquilo que sustém a matéria, à qual temos acesso por meio de nossos órgãos sensoriais.

⁸⁷ Id.

* Ou subatômicas; não há perda de generalidade, pois a abordagem aplica-se, sem mais, a neutrinos, quarks, assim como aos diversos mensageiros de campo, como bósons, glúons, etc.

⁸⁸ Ibid., p. 202-203.

⁸⁹ Ibid., p.203.

⁹⁰ Id.

Assim, Weyl nos propõe, por conseguinte, uma lei operativa: a matéria deve ser compreendida por meio de uma lei de conservação do campo, lei esta que se escreve sob a forma de um tensor de distribuição de tensões (tensões do campo, a bem dizer), ou *tensor energia-momentum*,

$$\partial_k \Gamma_k^i = 0^* \tag{2.2}$$

Este tensor, no espaço-tempo, pode ser apresentado sob a forma matricial,

$$\begin{bmatrix} \Gamma_{00} & \Gamma_{01} & \Gamma_{02} & \Gamma_{03} \\ \Gamma_{10} & \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \Gamma_{13} \\ \Gamma_{20} & \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \Gamma_{23} \\ \Gamma_{30} & \Gamma_{31} & \Gamma_{32} & \Gamma_{33} \end{bmatrix}$$

, em que a componente Γ_{00} é um escalar que representa a densidade de energia; $[\Gamma_{01} \ \Gamma_{02} \ \Gamma_{03}]$ e $[\Gamma_{10} \ \Gamma_{20} \ \Gamma_{30}]$ são vetores de fluxo de energia que, junto com a matriz de pressão de energia,

$$\begin{bmatrix} \Gamma_{11} & \Gamma_{12} & \Gamma_{13} \\ \Gamma_{21} & \Gamma_{22} & \Gamma_{23} \\ \Gamma_{31} & \Gamma_{32} & \Gamma_{33} \end{bmatrix}$$

, representam a distribuição de energia (ou tensões) no campo. Para ilustrar o que estamos apresentando, vamos supor que estamos tratando com tensões num fluido qualquer adiabático[†], então o tensor de energia (tensões) se apresenta sob a seguinte forma,

* Para compactar a notação utilizamos ∂_k em substituição à notação usual $\partial/\partial x_k$, tendo como suposto que a derivada dá-se com respeito ao k-ésimo grau de liberdade, expresso pela coordenada x_k .

† Ou seja, um fluido que esteja isolado com respeito ao meio circundante, o que implica que não ocorrem trocas de calor entre o fluido e o meio.

$$\begin{bmatrix} \mu_0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & p & 0 & 0 \\ 0 & 0 & p & 0 \\ 0 & 0 & 0 & p \end{bmatrix}$$

haja vista que o fluxo de energia é nulo (o fluido é adiabático) e que a pressão p se distribui uniformemente na direção normal a cada elemento infinitesimal de fluido. Sendo μ_0 e p constantes, é fácil ver que $\partial_k \Gamma_k^i = 0$ e que, portanto, representam a lei de conservação de energia ou matéria, tratando-se de nosso acesso epistemológico a esta última. Ora, este acesso, descrito pelas equações de conservação apresenta-se sob uma forma quantitativa, expressa por equações da física-matemática, e nada nos informa acerca da natureza do campo ou de seus “nós de energia”. A rigor, sequer Weyl aborda essa questão, daí poder asseverar que “a idéia de uma existência substancial foi, finalmente, posta de lado”.⁹¹ Ademais, para que nosso acesso seja tão-somente epistemológico, o cenário no qual os fenômenos relativos a campos ocorrem é um mundo quadridimensional, ou seja, espaço e tempo estão indissolivelmente unidos, a saber, trata-se “de um continuum quadridimensional, no qual não há [como entidades distintas] *espaço e tempo*”⁹². Mais ainda: a organização geométrica do espaço-tempo é determinada, e igualmente determina, a distribuição de matéria no mundo, representada pelo tensor energia-momentum descrito acima. Podemos asseverar que, não apenas para Weyl no transcurso da primeira metade do século XX, mas também para um certo contingente de físicos e filósofos da atualidade*, o conhecimento acerca dos fenômenos materiais envolve tão-somente uma abordagem epistêmica da matéria,

⁹¹ Ibid., p. 204. Esta afirmação merece uma complementação: Weyl havia anteriormente apresentado a matéria como substância do mundo; no entanto, nesta citação parece que ele rejeita tal substancialidade. Todavia, não há contradição aqui: a matéria, para Weyl, é uma manifestação do campo, que passa a ser a substância do mundo, com o que fica rejeitado o antigo conceito de corpo como substância, haja vista que o campo passa a ser o verdadeiro substrato da realidade. E a matéria, que é campo, continua a ser a substância, agora sob uma outra perspectiva, a do campo.

⁹² Ibid., p. 217.

* Por exemplo, entre os físicos, Stephen Hawking, de Cambridge, e Mário Novello, ex-diretor da Escola Brasileira de Gravitação e Cosmologia do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, CBPF, de reconhecimento internacional; e, entre os filósofos, Bas van Fraassen, de Princeton, e Silvio Chibeni, do Centro de Lógica e Epistemologia da Ciência da Unicamp, com inúmeras publicações internacionais a respeito de uma epistemologia realista para a física.

expressa por leis e equações de conservação relativas a campos ou partículas. Isto poderá ser averiguado no decorrer da exposição acerca do estatuto da matéria.

Da mesma forma que Weyl, Werner Heisenberg⁹³ preocupa-se com os aspectos filosóficos referentes à natureza da matéria por entender que ressurgem antigos problemas, suscitados pela nova física, que pareciam estar inelutavelmente solucionados pela ciência clássica; ou, segundo afirma,

[Problemas] referentes à essência da matéria ou, mais exatamente, à velha questão dos filósofos gregos de como é possível reduzir a princípios simples a variedade e a multiplicidade dos fenômenos que envolvem a matéria, e assim torná-los inteligíveis⁹⁴.

Especificamente, a natureza última da matéria, para os gregos atomistas, residia em sua constituição “particular”: partículas indivisíveis, imutáveis, eternas, dotadas apenas de uma extensão mínima, sem cor, sabor, textura, etc. Baseados nessas partículas diminutas constituíam-se os corpos macroscópicos, bem como se originavam os fenômenos associados ao caráter material (e extensional) dos corpos. Em última instância, “o que existe” são os átomos dotados de mínima extensão corpuscular. Não obstante esta proposta parecer ser razoável como explicação da natureza da matéria, Heisenberg nos chama a atenção para o fato de que, para Platão, tais corpúsculos não são senão *Idéias* cujas figuras e dimensões estão associadas às formas geométricas dos quatro elementos de Empédocles: Ar, Terra, Água e Fogo. Assim, ao elemento Terra está associado o Cubo, como sua constituição geométrica ideal; ao Fogo, o Tetraedro; ao Ar, o Octaedro; e, à Água, o Icosaedro.* No entender de Heisenberg, isto redundaria num idealismo que reivindica a simetria matemática como constituinte último da realidade material, o qual se opõe ao *materialismo* corpuscular dos átomos⁹⁵.

⁹³ Cf. HEISENBERG, 2000, p. 9-27.

⁹⁴ HEISENBERG, op. cit., p. 10.

* Neste ponto, Heisenberg introduz, ainda que *en passant*, o problema dos entes matemáticos como mediadores entre o mundo sensível e o inteligível. ARISTÓTELES, *The Metaphysics*, III c2 20-30, se refere a este problema como o dos “intermediários”. Uma discussão bastante esclarecedora sobre este papel reservado aos entes matemáticos, neste caso, os geométricos, como mediadores entre o mundo sensível e o inteligível, encontra-se em CATTANEI, E., *Entes Matemáticos e Metafísica*, São Paulo: Loyola, 2005, p. 279-281. Os quatro sólidos intermediários propostos por Platão, como “formas” dos elementos primordiais, encontram-se no *Timeu*, 53C-56C; e é essa proposta platônica que Heisenberg retoma no texto em análise.

⁹⁵ *Ibid.*, p. 10-12.

Por outro lado, vimos, com Weyl, que o campo é proposto como a realidade basilar do mundo, e não os corpúsculos. Aqui, Heisenberg propõe-nos um passo além, haja vista que o campo, a partir dos trabalhos desenvolvidos pelos físicos Max Born, Kramers e Slater, também define a densidade de probabilidade da ocorrência de eventos espaço-temporais associados a corpúsculos -- no caso, os corpúsculos são associados a nós de energia do campo, como vimos acima. Dessa forma, a natureza corpuscular da matéria pode ser interpretada, segundo Heisenberg, como sendo uma,

Formulação quantitativa do conceito de *dynamis*, possibilidade, ou na versão latina posterior, *potentia*, [que] na filosofia de Aristóteles [... significa] meio caminho entre a realidade maciça da matéria e a realidade intelectual da idéia ou imagem.⁹⁶

Neste trecho surpreendente, Heisenberg tenciona recuperar o conceito aristotélico de *potentia*, indicando-nos que há, nos fenômenos da natureza, uma capacidade de emergência de fatos não previamente determinados, isto é, é posta em questão a “inequívoca determinação dos eventos”⁹⁷. Reconhece, assim, que nossas teorias são representações da realidade no sentido de que provêm uma espécie de interface entre nós e os fenômenos naturais. Destarte, atenta para o fato de que matéria, interpretada no sentido da física clássica como algo constituído de partículas elementares, supõe uma abstração do concreto -- tal como fazemos na física clássica com respeito aos objetos comuns da realidade -- e, portanto, “se faz impossível atribuir às partículas elementares [...] existência no sentido genuíno [nem] considerar [a matéria] como ‘verdadeiramente real’”;⁹⁸ a seguir, acrescenta às suas observações acerca da realidade da matéria que:

⁹⁶ Loc. cit. A propósito, GUÉNON, 1972, p. 25-32, alerta para o fato de que o que os escolásticos designam por *materia* não deve, sob nenhuma hipótese, ser identificado com a “matéria” (“matter”) dos modernos (particularmente o significado que o termo passou a ter a partir de Descartes e, mais precisamente, com a edição dos *Principia* de Newton). Guénon argumenta que mesmo que “admitamos possa *materia* tornar-se ‘matéria’ (‘matter’) em certos casos especiais, ou ainda, para ser mais preciso, que a mais recente concepção possa ser ajustada para o significado mais antigo, *materia* no entanto inclui muitas outras coisas ao mesmo tempo, e são essas outras coisas que devem ser claramente distinguidas de ‘matéria’ (‘matter’)”.

⁹⁷ HEISENBERG, 2000, p.17.

⁹⁸ Ibid., p. 20.

Não podemos, portanto, evitar a conclusão de que a nossa velha representação da realidade já não é aplicável ao campo do átomo e que nos enredaremos em abstrações assaz intrincadas se tentarmos descrever os átomos como aquilo que é verdadeiramente real. Basicamente falando, podemos dizer que o próprio conceito de “verdadeiramente real” já foi desacreditado pela física moderna”⁹⁹.

Neste ponto, gostaríamos de tecer algumas considerações a respeito do que Heisenberg denomina *potentia*, reivindicando sua proximidade com o mesmo conceito encontrado em Aristóteles. Vejamos, então, como Aristóteles define a acepção de potência (*potentia*) que convém ao nosso uso em física,

Potência significa a fonte em geral de mudança ou movimento em uma outra coisa, ou na mesma coisa enquanto outra; ou a fonte de algo ser movido ou mudado por uma outra coisa, ou por si mesma enquanto outra (posto que denominamos algo como capaz de ser afetado em virtude daquele princípio pelo qual algo passivo é afetado de algum modo; algumas vezes se não é de nenhum modo afetado, outras vezes não o é com relação a qualquer afecção, mas apenas se é mudado para melhor [...]). Logo, significa aquilo que contém uma fonte de movimento ou mudança (pois mesmo o que é estático possui potência em certo sentido) que ocorre em uma outra coisa, ou em si mesma enquanto outra.¹⁰⁰

Como, então, a acepção aristotélica acima se vincula à que Heisenberg postula para os entes micro-físicos? Antes de responder a esta pergunta, que deixaremos a cargo do físico, matemático e filósofo Wolfgang Smith, gostaríamos de ponderar o seguinte: podemos dizer que Heisenberg talvez tenha sido o primeiro físico contemporâneo a chamar a atenção para o conceito de potência no sentido aristotélico. Mas, sem sombra de dúvida, a mecânica quântica, desde seu início, já continha o germe desta assimilação heisenberguiana, na medida em que trabalhava com o conceito de potencialidades, expresso pela associação, realizada por Max Born em 1928, entre a amplitude de onda $\psi(x)$ e a densidade de probabilidade de encontrarmos a partícula entre as coordenadas x e $x + dx$, bem como a proposição de que o estado expresso por $\psi(x)$ na verdade é uma superposição de estados $\psi_1(x), \psi_2(x), \dots, \psi_n(x)$, do qual somente conhecemos um determinado resultado (um auto-estado) quando

⁹⁹ Ibid., p. 21.

¹⁰⁰ ARISTÓTELES, *The Metaphysics*, V c12 1-5.

interagimos com o objeto a ser medido (a partícula). Parece-nos “natural” Heisenberg ter associado uma superposição indefinida de estados ao conceito de potência, posto que podemos interpretar a *atualização* do estado indefinido $\psi(x)$ em um dos auto-estados finais como algo que resulta da interação do instrumento de medição com a partícula medida. Voltemo-nos agora para a formulação, a nosso ver bastante clara e sucinta, que Wolfgang Smith oferece do conceito de potência em Heisenberg, a saber, sob uma ótica puramente epistêmica:

Considere a representação de um vetor de estado como uma soma ponderada de autovetores associados a um determinado observável*. Cada autovetor corresponde a um auto-estado, e assim a um resultado possível de um experimento real. Representa assim uma certa possibilidade realizável empiricamente, cuja probabilidade é de fato determinada pelo peso com o qual aquele autovetor ocorre na soma dada†. O vetor de estado ele próprio, como soma ponderada de autovetores, pode ser visto, conseqüentemente, como um conjunto ou síntese das possibilidades em vista. E caso se suponha que (como fizemos) que o vetor de estado pode ser expresso como uma soma ponderada de autovetores para cada um e todos os observáveis, então ele se constitui, como prova do que afirmo, numa síntese de *todos* os possíveis resultados para cada medição concebível que pode ser conduzida no sistema físico dado.¹⁰¹

Ora, segundo foi visto, o próprio conceito de realidade, no caso de entes submicroscópicos, torna-se problemático para Heisenberg, o que é claramente um impacto conceitual relevante suscitado pela mecânica quântica, mas, por outro lado, algo perfeitamente admissível do ponto de vista epistemológico, se tivermos em conta que, em apoio à posição de Heisenberg,

A mecânica quântica não nos fornece uma descrição da “realidade” (o que quer que este termo possa significar), mas parece responder à questão que é *operacionalmente significativa*: quais são as correlações entre observações subseqüentes ou percepções. Se uma teoria restrita desta forma satisfizer a alguém e se se acredita que seja aplicável a todos os fenômenos, então se pode considerá-la *satisfatória*¹⁰².

* Para definir grandeza observável, podemos dizer que se trata de “uma grandeza que pode ser medida, como a polarização linear de um fóton numa dada direção, é observável, mas o resultado de uma medida não precisa ser ‘sim’ ou ‘não’, como numa observação binária. A energia de um fóton, por exemplo, é uma grandeza observável, e o resultado pode ser um número real ≥ 0 . Por outro lado, é condição *necessária* de observabilidade que o resultado da observação seja um número *real*”, tal como se encontra em NUSSENZVEIG, 1998, p. 298.

† Vale lembrar que a soma dos quadrados dos valores absolutos dos pesos é igual a 1 (100% de probabilidade), condição que sempre pode ser obtida nos casos analisados, multiplicando-se cada peso por um fator numérico adequado diferente de zero.

¹⁰¹ SMITH, 1995, p. 54-55.

¹⁰² WIGNER, 1973, p. 377. Os grifos são nossos.

Mais ainda: seja o que for esta realidade material subjacente aos fenômenos físicos (possivelmente sua causa), a formulação de seus constituintes últimos por meio de partículas, para o que nos chama a atenção Heisenberg, ou por meio de campos, como sugere Weyl, se apresenta sob certos aspectos de arbitrariedade*. A propósito da abordagem da matéria por meio de campos, ao expor a situação com a contemporânea teoria quântica de campos (QFT), Steven Weinberg sustenta que a perspectiva epistêmica correta a ser adotada supõe uma escolha a ser feita entre partículas e campos:

Não se deve dizer que partículas sejam mais fundamentais do que campos. Durante muito tempo [após 1950] supôs-se em linhas gerais que as leis da natureza tomavam a forma de uma teoria quântica de campos. Princípio este livro com partículas, não porque sejam mais fundamentais, mas porque o que conhecemos sobre partículas é mais *certo*, mais diretamente derivável dos princípios da mecânica quântica e da relatividade [...] A teoria subjacente [no entanto] poderia não ser uma teoria de campos ou de partículas, mas talvez algo bastante diferente, como cordas¹⁰³.

Ou seja, temos ainda alternativas, como uma teoria de cordas, que supõe ser a matéria constituída, em última instância, por minúsculas cordas extensas e vibrantes. Como quer que seja, Heisenberg sustenta sua posição de descrença quanto à existência de estruturas elementares reais que possam ser univocamente descritas pela ciência, isto é, que os objetos materiais da realidade nada mais seriam do que formas e simetrias matemáticas¹⁰⁴. Sem dúvida, Heisenberg postula uma platonização da física, ao menos com respeito aos seus constituintes mais elementares, ou como se denomina, os *building blocks*. Mas, então, se os objetos elementares da realidade nada mais são do que “formas e simetrias matemáticas”, então tais formas e simetrias encontram-se hipostasiadas no real; neste caso, o “real” seria geométrico. Eis aqui, de volta, ainda que sutilmente insinuada, a *res extensa* de Descartes! Não há alternativa para a proposta de

* Arbitrário no sentido de escolha, isto é, a matéria se nos apresenta sob certas perspectivas que dependem, em última instância, do que o observador “escolhe” medir, o que acarreta todo um processo de interação entre dispositivos de medição e as propriedades a serem “determinadas” no objeto selecionado. Ora, isto não ocorre deterministicamente, como é praxe nas medições clássicas. Nestas últimas, o que eu escolho medir não determina o resultado do processo de medição, mas é exatamente o oposto: é a propriedade a ser medida que o “fixa” segundo certas coordenadas espaço-temporais.

¹⁰³ WEINBERG, 1995, p. 1.

¹⁰⁴ Cf. HEISENBERG, 2000, p. 26-27.

Heisenberg: ou bem a realidade são formas e simetrias e, portanto, é geométrica, ou bem as formas e simetrias são *intermediárias*, como vimos acima, entre as Formas platônicas e o mundo sensível, o que nos reconduz ao problema inicial: o que é a matéria? Para Platão, esta última é um indeterminado, pronta a receber todas as Formas por participação, uma matriz de geração da realidade, noção de que Aristóteles se valerá para formular seu conceito de *materia prima*, ou *proto hylé*. Veremos em detalhe este conceito, quando da exposição sobre os aspectos ontológicos da matéria. Uma solução interessante para este problema encontra-se em Wolfgang Smith¹⁰⁵, porquanto este autor faz uma distinção entre dois “tipos” de realidade: a corpórea e a física. A primeira é a realidade propriamente dita, isto é, é aquilo que é causa (causa no sentido de “fonte”) da percepção e da interação com o mundo, quer de forma direta por meio dos sentidos, quer de forma indireta, por meio de dispositivos de medição, os quais são também realidades corpóreas. Esta realidade é objetiva, não no sentido kantiano deste termo, a saber, não se trata de algo que é uma “coisa em si”, jamais cognoscível diretamente, mas objetiva no sentido mais realista que este termo possua, ou seja, que a realidade corpórea é aquilo que vemos, descontado o fato de sempre haver uma interação entre sujeito e objeto, é claro, e esta interação obviamente depender do aparato perceptivo do primeiro. Mas o ponto, para Smith, é que nosso acesso à realidade é sempre ao que é corpóreo, e esta corporeidade possui propriedades quantitativas e propriedades qualitativas, ambos os grupos de propriedades “reais”, pois se trata de conteúdos existentes nos corpos. Quer no nível macroscópico quer no nível microscópico, ocorre essa distinção entre o corpóreo e o físico, porquanto no nível microscópico tal distinção torna-se saliente. O que seria então a realidade física? Trata-se de nossa apreensão do corpóreo, apreensão esta que se faz por meio de teorias, especialmente as físico-matemáticas. Neste caso, podemos dizer que o concurso do sujeito é definitivo com relação ao objeto, não para fixá-lo aprioristicamente, mas para estabelecer suas propriedades a partir da interação. Ou seja, há propriedades reais no objeto, mas as mesmas somente se definem com seus valores numéricos (sempre números pertencentes ao conjunto dos números reais) a partir da interação, isto é, como se estivessem em potência para atualização, o que é característica não da corporeidade, mas da objetivação física.

¹⁰⁵ Cf. SMITH, 1995.

Portanto, a realidade física, e não a corpórea, está em potência. Isto se coaduna perfeitamente com a interpretação do vetor de estado como sendo a superposição de vários estados. Neste caso, o vetor de estado define, por assim dizer, a realidade física, que está em potência, da mesma forma que está em potência a realidade corpórea na medida em que é apreendida fisicamente, isto é, por meio de modelos matemáticos. Por exemplo, um corpo como uma bola de bilhar é apreendida como realidade corpórea e realidade física no nível macroscópico; afinal, a bola de bilhar que está em potência é a esfera que possui um determinado raio r , coordenadas do centro de massa (x_0, y_0) , etc. No entanto, com respeito ao elétron, somente subsiste sua realidade física, ao passo que sua realidade corpórea não nos é acessível. Sem dúvida, ainda permanece o mistério de sua corporeidade. Não vale dizer que certas propriedades, expressadas por números reais, não são reais. Poder-se-ia considerar um milagre que propriedades não-reais fossem expressas por medidas tão exatas. Exemplo: medições recentes do módulo do momento angular do elétron, em unidades apropriadas, dão-nos um resultado igual a 1.001159 652 188, com um erro de ± 4 na última casa; acurácia tão espantosa que sobre ela se expressou Richard Feynman, “É como medirmos a distância de Los Angeles a Nova York com a precisão da espessura de um fio de cabelo humano”.¹⁰⁶ Para uma propriedade subjetiva aplicada a um ente inexistente isto não passaria de um milagre extraordinário de confirmação experimental de uma teoria!

Em consonância com as dificuldades filosóficas apontadas por Heisenberg quanto ao estatuto epistêmico da matéria, Erwin Schrödinger¹⁰⁷ retoma, por assim dizer, a posição de Weyl quanto às semelhanças entre campo e partícula, entendendo que não seria mais possível “efetuar uma distinção significativa entre matéria e qualquer outra coisa em seu campo de pesquisa”.¹⁰⁸ A rigor, significa identificar os conceitos de força e de campos de força com o de matéria¹⁰⁹. Por conseguinte, as entidades naturais, sejam de que estruturas estiverem constituídas,

¹⁰⁶ FEYNMAN, 1985, p. 7.

¹⁰⁷ SCHRÖDINGER, E. A nossa imagem da matéria. In: HEISENBERG, 2000, p. 45-66.

¹⁰⁸ Op. cit., p. 45.

¹⁰⁹ Ibid., p.51.

a saber, estruturas vivas ou não-vivas*, são, para Schrödinger, realidades cujos componentes mais elementares recebem igualmente os predicados “partícula” ou “campo”. Daí ele reconhecer a extraordinária dificuldade em obtermos uma configuração mental ou imagem da matéria¹¹¹ na qual, simultaneamente, ambos os aspectos estejam envolvidos diretamente. Mais ainda: não apenas o que denominamos partículas (prótons, nêutrons, elétrons, etc.) são constituídas por *quanta* de energia como também os campos portadores das interações entre as partículas são eles próprios constituídos por *quanta* de energia. Introduzimos de propósito o conceito *energia* sem tê-lo previamente definido; vejamo-lo a seguir.

Marc Lange¹¹² apresenta uma abordagem extremamente interessante sobre massa, energia e a famosa equação $E = mc^2$, realizando importantes distinções entre massa e matéria (“matter”) e massa e energia. Na verdade sua exposição é uma espécie de intróito ao que Lange julga ser fundamental para a correta compreensão dos fenômenos físicos: o papel desempenhado pelos campos (gravitacional, eletromagnético, etc.). A esta altura de nosso trabalho, fixaremos a atenção em algumas considerações acerca de matéria, massa e energia, deixando para mais adiante o papel desempenhado pelos campos na compreensão do mundo material. Lange propõe uma revisão de entendimentos comuns acerca da relação entre massa e energia. Um dos entendimentos comuns sobre o conceito de massa é aquele proveniente de Newton, “A quantidade de matéria [“matter”] é a medida da mesma, dada a partir de sua densidade e volume”¹¹³. Assim, a massa mediria o quanto de matéria há em um determinado espaço continente. Para Lange, contudo, a massa de um corpo,

Não é a quantidade total de algum tipo de conteúdo substantivo [“stuff”] do qual ele é feito [... mas é] a propriedade que possui pela qual fica determinada sua “inércia” – dito de outra forma: pela qual fica determinada sua resistência a ser impelido por uma força. Quanto mais massivo for o corpo, tanto mais é necessária força adicional para lhe dar uma determinada aceleração[†] [...] Este

* Não trataremos, neste trabalho, sobre distinções entre vida e não-vida. Importa, sobretudo caracterizar que, independente dos aspectos fenomenológicos e metafísicos envolvidos nesta distinção, trata-se de entidades constituídas de matéria.

¹¹¹ Id.

¹¹² Cf. LANGE, 2002, p. 224-240.

¹¹³ NEWTON, 1995, p. 31. Com efeito, [massa] = [densidade].[volume].

[†] A aceleração de um corpo mede a taxa de variação temporal de sua velocidade, ou seja, trata-se da derivada da velocidade com relação ao tempo, $\vec{a} = d\vec{v}/dt$, em que \vec{a} e \vec{v} representam os vetores aceleração e velocidade, respectivamente.

conceito de massa foi sustentado mesmo por alguns físicos clássicos. Maxwell, por exemplo, dizia que a massa é ‘o aspecto quantitativo da matéria’ mas não deveria ser entendida como a quantidade de matéria existente num corpo”¹¹⁴.

Uma outra confusão que, segundo Lange, é comum em textos de física, especialmente nos que tratam da teoria da relatividade, é a que se faz sobre a interconvertibilidade de massa e energia, fruto da mencionada relação entre ambas, $E = mc^2$. Segundo o autor, há uma equivocada idéia de que massa é energia “concentrada”¹¹⁵, ou de que tanto massa quanto energia são a mesma “coisa”, ou de que ambas são aspectos distintos de uma terceira entidade[†]. Lange chama a atenção para três aspectos que nos apontam que a dificuldade surge apenas por se tratar de duas perspectivas bastante diferentes, à luz das quais analisamos um sistema físico, e por isso não são coisas “convertíveis”. Em primeiro lugar, deve se distinguir a massa chamada de “repouso” de um corpo* de sua massa “relativística”. A massa relativística é $m\gamma$, em que,

$$\gamma = 1/\sqrt{1 - v^2/c^2}$$

E é esta massa que aparece na equação $E = m\gamma c^2$, válida em *todos* os referenciais, incluindo aqueles para os quais o corpo está em repouso, isto é, para aqueles em que $v = 0$ e, por conseguinte, $\gamma = 1$, o que nos reconduz à equação inicial. Ora, a massa relativística $m\gamma$ não é aditiva como a massa em termos clássicos o é, ou seja, em termos clássicos, se tenho dois corpos, A e B, por

¹¹⁴ LANGE, 2002, p. 232. Ver também NEWTON, loc. cit.

¹¹⁵ Cf. WEYL, loc. cit.

[†] Quem sabe se o “campo” não seria essa terceira entidade? Mas, então, de que campo estamos falando? Alguns, como Mário Novello nos expõe em NOVELLO, 1988, p. 81, pretendem que a matéria poderia estar associada “a um efeito do campo cósmico [ou de ‘larga escala’] gravitacional [...] trata-se então de pensar sobre a questão da possibilidade do espaço-tempo vazio [ou Minkowskiano] poder gerar toda matéria do mundo [...] um dos atrativos dessa colocação é que, graças ao caráter não-linear das equações que descrevem a evolução do campo gravitacional, não estaríamos nos envolvendo em um círculo-vicioso, pois à questão óbvia: - ‘e quem cria o campo gravitacional?’, poder-se-ia tranquilamente responder: - ‘ele se auto-alimenta’; isto é, o campo gravitacional teria origem em si próprio, se auto-sustentaria”.

* A massa de repouso é a que aparece na equação $E=mc^2$. Esta “massa de repouso” de um corpo seja macroscópico ou sub-microscópico, ou como Lange a prefere chamar simplesmente, “massa”, obtém-se a partir dos sistemas em que a quantidade de movimento, ou *momentum* p é igual a zero, isto é, o corpo está em repouso com relação ao referencial em análise.

exemplo, com massas (“clássicas”), m_A e m_B respectivamente, então a massa total do sistema é $(m_A + m_B)$. Isto não vale para a massa relativística, pois a esta está associada a energia cinética dos corpos. Isto é fácil de mostrar se fizermos a seguinte expansão,

$$\gamma = 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{v}{c} \right)^2 + \left(\frac{1.3}{2.4} \right) \left(\frac{v}{c} \right)^4 + \left(\frac{1.3.5}{2.4.6} \right) \left(\frac{v}{c} \right)^6 + \dots$$

Mas, desprezando-se os termos com maior expoente, visto que, para a maioria dos casos, $\frac{v}{c} \ll 1$, temos então que,

$$\gamma \approx 1 + \frac{1}{2} \left(\frac{v}{c} \right)^2$$

Ora, sendo o fator γ dado pela equação imediatamente acima, então obtemos que,

$$E \approx mc^2 + mv^2/2 \quad (2.3)$$

E a energia de um corpo não apenas depende de sua massa m mas também do fator de energia cinética $mv^2/2$. Ambas as parcelas apresentam-se como perspectivas distintas acerca do que podemos considerar como equivalência entre massa e energia. Por exemplo, ao aumentarmos a velocidade do corpo ou fornecemos calor às moléculas de um gás, elevamos a parcela de energia cinética, que “absorve” o *input* de energia dado ao corpo (ou ao gás), deixando inalterável a parcela relativa à massa, mc^2 . Neste caso, a interconvertibilidade de energia dá-se unicamente entre a energia de input e a energia cinética de absorção. Ao fim e ao cabo, é a energia total do sistema (energia de input + energia do corpo) que é conservada. Com efeito, sustenta Lange, não há uma conversão real (física) de massa em energia ou vice-versa.

O segundo aspecto a ser considerado é que massa não é uma propriedade aditiva dos corpos. Para que isto fosse verdadeiro, deveríamos interpretar, como vimos, a massa de um corpo como a quantidade de algum material (“stuff”) do qual o corpo é feito e que nos permitisse naturalmente somar as quantidades do material de que o corpo se compõe, para produzir uma massa total final. No entanto, de acordo com a teoria da relatividade, tal interpretação não está correta. Suponhamos um referencial (sempre se pode escolher um entre os candidatos) no qual $\mathbf{p} = 0^*$. Neste referencial, $E = mc^2$ ou, mais convenientemente para nosso propósito, $m = E/c^2$. Supondo que um corpo é constituído de muitas partes, como um sistema, pela lei de conservação da energia, a energia total do sistema é a soma da energia de suas partes, a saber, E_1, E_2, \dots ; então isto implica que,

$$m = \left(\frac{1}{c^2} \right) (E_1 + E_2 + \dots) \quad (2.4)$$

Ora, vimos que a energia total (relativística) de cada constituinte é dada por $m_i \gamma_i c^2$, o que nos fornece, segundo a equação (2.3),

$$E_i \approx m_i c^2 + m_i v_i^2 / 2$$

Mas, substituindo o resultado acima na equação (2.4) obtemos que,

$$m \approx \left(\frac{1}{c^2} \right) (m_1 c^2 + m_1 v_1^2 + m_2 c^2 + m_2 v_2^2 + \dots)$$

Reagrupando convenientemente,

$$m \approx (m_1 + m_2 + \dots) + \left(\frac{1}{c^2} \right) (m_1 v_1^2 / 2 + m_2 v_2^2 / 2 + \dots)$$

* Ver nota anterior.

A massa total do corpo (ou sistema) é maior do que a soma das massas de seus componentes por uma parcela que dispõe sobre as energias cinéticas de cada componente constituinte do sistema (corpo), no sistema de referência no qual o momentum total é nulo*. Portanto, conclui Lange, se estamos fazendo uso da teoria da relatividade, não podemos interpretar a massa de um corpo (sistema) como a quantidade de material (“stuff”) do qual o corpo se compõe, material este que não pode ser “criado ou destruído”, como requer a lei de conservação da massa.†

Por fim, a energia de um corpo não é um invariante segundo as transformações de Lorentz‡, enquanto que a massa de repouso (massa obtida no referencial em que $\mathbf{p} = 0$), sim. Ora, as transformações de Lorentz nos apontam as quantidades que, de fato, são, segundo a perspectiva relativística, os entes que devemos considerar como “reais”, a saber, como entes objetivos presentes no mundo. Dito de outra maneira: o enfoque relativista supõe que espaço e tempo são agora um ente único, o espaço-tempo, e que devemos, neste novo continuum espaço-temporal, definir que quantidades são objetivas, isto é, que quantidades

* Vimos acima que é justamente esta parcela de energia cinética aquela que nos assegura o balanço total de energia (não de massa!) do sistema total sob análise, ou seja, o corpo (sistema) e ambiente externo. Exemplo: moléculas de um gás para o qual transferimos energia térmica. O efeito é curioso: relativisticamente, o gás, ao absorver calor, teria sua massa total aumentada(!) por uma parcela que mede a energia cinética das moléculas do gás. Isto nos mostra, segundo Lange, que massa *não é uma propriedade aditiva*. Cf. LANGE, op.cit., p. 229-232.

† Sempre enfatizando que massa não é a mesma coisa que matéria (“matter”), esta última de acordo com a interpretação comum, a saber, como o material (“stuff”) do qual o corpo é feito.

‡ As transformações de Lorentz permitem-nos salvaguardar as leis da física (conservação de energia e momentum, força como variação temporal do momentum, etc.) quando as descrevemos segundo diferentes referenciais que se movem com velocidade uniforme e constante ou estão em repouso, uns com relação aos outros (este é o primeiro princípio da relatividade; o segundo afirma a constância da velocidade da luz em todos esses tipos de sistema). O grupo das transformações de Lorentz (é um grupo no sentido matemático, pois podemos representá-lo por uma operação – multiplicação entre matrizes), para dois sistemas S e S', em que S' se move com velocidade uniforme e constante u na direção do eixo dos xx com respeito a S, é dado por:

$$\begin{aligned}x' &= (x - ut) \cdot \gamma \\y' &= y \\z' &= z \\t' &= (t - u \cdot x/c^2) \cdot \gamma\end{aligned}$$

O grupo de transformações acima permite-nos descrever as leis da física equivalentemente nos sistemas S e S'. A invariância por transformações de Lorentz significa afirmar que uma determinada propriedade P, cuja medida é dada pela função real $\mu_P(x, y, z, t)$ no sistema S é tal que, ao estabelecermos sua medida $\mu'_P(x', y', z', t')$ no sistema S', obtém-se $\mu_P = \mu'_P$. Com respeito à obtenção da invariância de m (massa) e a não invariância de E (energia) nos sistemas S e S', ver RESNICK, 1977, p. 122-139.

são independentes do sistema de coordenadas com o que trabalhamos. Neste novo continuum, são as transformações de Lorentz que indicam as quantidades independentes do sistema de coordenadas. Assim, se nos concentrarmos sobre relação existente entre massa, energia e momentum, neste novo continuum regido por Lorenz, temos,

$$\left(\frac{E}{c}\right)^2 - p^2 = m^2 c^2 \quad (2.5)$$

o que nos leva a tão-somente concluir que, para os referenciais nos quais $p = 0$, obtemos a famosa relação $E = mc^2$, o que não implica uma equivalência “real” entre massa e energia, senão que estão intimamente conectadas entre si e ao momentum por meio da relação acima. Decorrente da perspectiva que venhamos a adotar para análise do fato físico, a saber, se um determinado corpo (sistema) é tratado como um único ente, ou se é tratado como sendo composto de vários constituintes, obtemos a interconvertibilidade -- mas não a equivalência ou igualdade! -- entre massa e energia, porquanto a relação acima, para os casos em que o momentum é nulo, relaciona *massa* e energia, mas não *matéria* (“matter”) e energia¹¹⁶.

Qual a proposta então de Lange quanto à correta abordagem que devemos adotar para o conceito de massa? Sem estender-se sobre atacar o conceito de matéria (“matter”), porém o de massa, propriedade “real” dos corpos por ser invariante nas transformações de Lorentz e passível de medição*, sustenta que esta última é a propriedade que os corpos possuem pela qual fica determinada sua inércia, ou “em outras palavras, sua resistência a ser impelido por uma força”¹¹⁷, conforme vimos antes. Assim, quanto mais massivo o corpo tanto mais força requer-se para dar-lhe uma certa aceleração, ou, “a massa de um corpo é aquele fator pelo qual devemos multiplicar a velocidade de forma a obter o momentum

¹¹⁶ Cf. LANGE, op. cit., p. 232.

* Com efeito, a abordagem epistêmica que Lange nos propõe sobre a matéria, isto é, enfocando-a à luz de uma propriedade física pertencente aos corpos materiais, ou seja, sua *massa*, que pode ser medida e associada a outras propriedades, invariantes ou não, como energia e momentum, isenta o tratamento dado à questão de enfrentar-se com os aspectos ontológicos suscitados pelo conceito de *matéria*.

¹¹⁷ LANGE, op. cit., p. 232.

do corpo, e pelo qual devemos multiplicar o quadrado da velocidade dividido por dois para obter sua energia”.¹¹⁸

Voltemos agora à equação (2.1), nossa conhecida relação relativística entre massa e energia. Vimos, pela argumentação de Lange, que esta relação não deve ser entendida como definição da “quantidade de matéria”. Lange chamou-nos a atenção para as dificuldades que surgem se não tomarmos o devido cuidado em excluir da equação acima qualquer pretensão de fazer equivaler matéria e energia. Com efeito, podemos aduzir algumas razões adicionais. Se, na equação (2.1), interpretarmos que do lado esquerdo temos quantidade ou conteúdo (ou “stuff”, segundo Lange) de matéria, então esta quantidade de matéria (ou massa) é definida em termos de seu conteúdo (ou “stuff”, segundo Lange) de energia, da mesma forma que podemos definir conteúdo de energia em termos de conteúdo de matéria, isto é,

$$E = mc^2 \quad (2.6)$$

Ora, de (2.1) e de (2.6) podemos extrair as seguintes proposições:

- (a) O conteúdo de matéria (massa) de um corpúsculo* material é proporcional ao seu conteúdo de energia.
- (b) O conteúdo de energia de um corpúsculo material é proporcional ao seu conteúdo de matéria.

O que estamos afirmando como consequência de (a) e (b) é a absoluta identidade (ou indistinção) de matéria e energia, sendo ambas constituídas por outros corpúsculos de energia (ou *quanta*), os quais, por sua vez, são eles mesmos, segundo Weyl e Schrödinger, matéria que emerge a partir da forma de um campo. Isto nos conduz a um entrelaçamento de diversas perspectivas em relação ao trinômio “massa-energia-campo”.

¹¹⁸ HARMAN apud LANGE, loc. cit.

* Em nosso trabalho, estaremos nos concentrando nos aspectos subatômicos da matéria. *Mutatis mutandi*, aplica-se o raciocínio para o mundo macroscópico.

O resultado deste entrelaçamento é que a matéria emerge como sendo uma imagem ou conceituação que abarca o trinômio. Podemos, por conseguinte, propor as seguintes definições:

Matéria é (o mesmo que) massa.

Matéria é (o mesmo que) energia.

Matéria é (o mesmo que) campo.

Contudo, nada obsta a que, com base no que expusemos até então, invertamos a predicação e afirmemos que,

Massa é (conteúdo de) matéria.

Energia é (uma forma da) matéria.

Campo é (uma forma da) matéria.

Explicitando as definições anteriores segundo as categorias de ser propostas por Aristóteles¹¹⁹, de forma a evitar uma absoluta indistinção conceitual que poderia conduzir a equívocos, obtemos:

Massa é (*quantidade de*) matéria.

Energia é (*um aspecto qualitativo da*) matéria.

Campo é (*um tipo de relação da*) matéria.

Ou seja, necessitamos explicitar certos aspectos ontológicos dos entes materiais (as categorias de quantidade, qualidade e relação) que nos permitem predicar algo como sendo algum aspecto (“manifestação”) da matéria (no caso, as definições de massa, energia e campo). Vemos, portanto, que não há equivalência entre a matéria tomada como sujeito no primeiro grupo de definições e a matéria tomada como predicado no segundo grupo. Cada enunciado, tomado isoladamente, no primeiro grupo, não esgota a compreensão do sujeito “matéria”, senão que esta é predicada (estende-se a) de diversas manifestações ou aspectos do real (que é material), os quais apreendemos sob diversos modos (ou gêneros), a

¹¹⁹ Cf. ARISTÓTELES, *Categorias*.

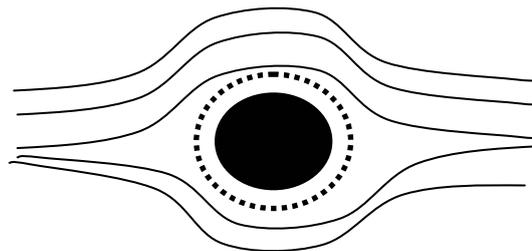
saber, quantidade (massa), qualidade (energia) e relação (campo). Se não fizermos essas distinções, num primeiro momento, nos deparamos com as confusões conceituais apontadas por Lange. E essas distinções nos apontam duas coisas: em primeiro lugar, que a formulação proposta explicita apenas aspectos *epistêmicos* do real; em segundo lugar, que este tipo de formulação não deve prescindir de uma compreensão *ontológica* da matéria, o que é sugerido, em primeira instância, pela introdução das categorias.

Gostaríamos, neste ponto, de nos remeter a algumas considerações de Einstein¹²⁰ acerca da relação (lógica) entre matéria e campo. Einstein nos propõe a seguinte questão:

Dado que não podemos, presentemente, imaginar toda a física construída sobre o conceito de matéria [...] aceitamos ambos os conceitos [matéria e campo]. Poderemos pensar em matéria e campo como duas realidades distintas e diferentes?¹²¹

Einstein (e Weyl, como vimos) propõe então que a distinção entre campo e matéria poderia ser apenas de caráter quantitativo, esta última sendo uma diferença de concentração de energia* como, por exemplo, nos mostra a figura a seguir:

Fig. (1.1)



O corpúsculo material (representado por um disco preto) possui uma superfície (representada pela linha pontilhada) que estabelece sua separação, ou limite, do campo (representado pelas linhas mais finas em torno do círculo). A

¹²⁰ Cf. EINSTEIN, 1988, p. 197-200.

¹²¹ EINSTEIN, op. cit., p. 197.

* Na matéria a concentração de energia seria imensa e no campo que a circunda a concentração de energia seria baixa.

superfície separa a tremenda concentração de energia (o corpúsculo) da vizinhança com baixa densidade energética (o campo). Surge, então, o problema de como definir esta superfície, a saber, quais as condições de contorno do campo que possibilitam traçar com precisão o que é matéria e o que é campo. Uma possibilidade seria imaginar que a superfície é tão-somente um limite artificial e, por conseguinte, perfeitamente dispensável. Neste caso, restaria apenas o campo como a única realidade subjacente. No entanto, o fato é que as equações do campo divergem ao infinito onde há “conteúdo de matéria”, isto é, expressam uma singularidade[†], o que supõe algum tipo de modificação das equações de tal forma que não dêem margem a infinitos indesejáveis.

Vemos, com clareza, em decorrência do exposto até aqui, que isso certamente envolve dificuldades conceituais sérias, pois se tomarmos as distinções sugeridas até então, a distinção (de razão) entre campo e matéria é segundo a *relação* e não segundo a *quantidade*, isto é, o campo é um acidente (relação) dos compostos materiais. Presentemente, há propostas, sugeridas pela teoria quântica de campos, de tomar o campo como sendo a realidade última, ou substância primeira em linguagem aristotélica. Como o campo não parece ser algo que possa ser individuado, então o campo não individuado seria a fonte das substâncias individuadas. Isso parece sugerir uma categoria adicional: o campo seria a substância primeira não-individuada, e os compostos materiais associados ao campo (em nosso caso, as partículas) as substâncias primeiras individuadas. Como a matéria (segundo se nos apresenta com suas dimensões espaço-temporais) é, segundo Tomás de Aquino, princípio de individuação¹²², então os únicos entes, no nível submicroscópico, dos quais podemos predicar algum tipo de individualidade (e identidade no sentido clássico), são as partículas.

Einstein propõe-nos então uma abordagem pragmática: “No momento[‡], devemos admitir ainda duas realidades em todas as nossas construções teóricas reais: campo e matéria”.¹²³ Portanto, considerando que a massa pode ser expressa a partir do campo, podemos reescrever o segundo grupo de proposições acima da seguinte forma:

[†] Um denominador que indesejavelmente se anula nas equações.

¹²² Cf. FAITANIN, 2001.

[‡] Quando da primeira edição original do livro *A Evolução da Física*, em 1938, mas perfeitamente válido até hoje. Cf. WEINBERG, loc. cit.

¹²³ EINSTEIN, op. cit., p. 199.

Massa é (*quantidade de*) matéria (*gerada no campo*)

Energia é (*um aspecto qualitativo da*) matéria (*gerada no campo*)

Ou seja,

Massa é campo

Energia é campo.

Portanto, as propriedades materiais do real são dadas por meio da massa e da energia associadas a um campo, o qual passa a ser o suporte físico dos fenômenos da matéria. Nosso objetivo aqui é o seguinte: até agora, as formulações de Weyl, Heisenberg e Schrödinger, mais as considerações acerca da relação entre energia e massa expostas por Lange e as do campo por Einstein nos conduziram a dois resultados importantes: em primeiro lugar, uma ontologia da matéria ou seu estatuto metafísico[‡] não é dado por uma abordagem da ciência experimental; em segundo lugar, construtos como “massa” e “energia” capturam aspectos que podemos conhecer acerca dos fenômenos materiais e são suficientes para dar conta de uma legítima abordagem epistêmica da matéria, a qual deve aspirar a nos fornecer subsídios cada vez mais ricos na direção dos aspectos quantitativos da realidade material. No entanto, como vimos acima, as propriedades quantitativas da matéria entrelaçam-se com aspectos relacionais e qualitativos; ou seja, ontologia e ciência entrelaçam-se nos fenômenos materiais, de tal forma que se tornam perspectivas absolutamente complementares. Sendo assim, então se torna relevante prover uma linguagem comum entre ciência e filosofia, que, em nosso caso, sugerimos seja realizada por uma estrutura matemática que possa descrever simultaneamente os aspectos fenomênicos e os ontológicos da matéria, de forma a permitir que a filosofia interaja com a ciência experimental por meio de uma estrutura lingüística comum, neste trabalho, uma álgebra. Com efeito, esse intercâmbio torna-se tão mais relevante quando os fenômenos associados à matéria (sejam partículas, átomos ou moléculas), com a perspectiva epistêmica

[‡] Cabe ressaltar que metafísico e ontológico possuem, em nosso trabalho, o mesmo significado: referem-se aos aspectos últimos constitutivos da realidade e não aos objetos fundacionais de uma teoria; dito de outra forma, como objetos fundacionais de uma teoria podem não existir como tais na realidade. Neste caso, não nos interessa que signifiquem a “ontologia” associada à teoria. Ontologia, portanto, é o que existe.

fornecida pela ciência, revelam-se tão intrincados e complexos que Schrödinger argumenta a respeito deles,

[Podem] ser pensados como criação mais ou menos temporária dentro de um campo ondulatório, [que, reaparecendo sempre do mesmo modo,] devem ocorrer como se tratasse de uma realidade material permanente. Devemos considerar a carga e massa exatamente especificável de partículas como elementos de forma (Gestalt) determinados pelas leis de onda.¹²⁴

Não obstante os esforços da ciência experimental, especialmente em nosso caso, da física, no sentido de definir com precisão o que seja matéria, somos conduzidos, necessariamente, a buscar, em igual medida, uma compreensão metafísica dessa realidade, de forma a compor, com uma epistemologia adequada, um conhecimento totalizante, ainda que não definitivo. Sendo assim, nosso próximo passo consistirá em apresentar uma ontologia da matéria, em bases aristotélico-tomistas, que nos ofereça a contrapartida metafísica do conhecimento teórico-experimental proveniente das ciências da natureza.

¹²⁴ SCHRÖDINGER, op.cit., p. 66.

2.2

Ontologia da matéria

Em linha com o objetivo principal de prover um modelo onto-algébrico para a matéria, nos concentraremos nesta seção na análise conceitual provida por Aristóteles e Tomás de Aquino acerca de seu estatuto ontológico, convenientemente adequando a terminologia, bem como introduzindo alguma nova perspectiva consoante o importe epistemológico trazido especialmente pela mecânica quântica. Chamamos a atenção, de início, para dois aspectos de nossa abordagem: em primeiro lugar, segundo implicado por uma análise ontológica propriamente dita, ou seja, metafísica, a matéria sobre a qual nos debruçaremos é aquele componente radical último, metafísico, que está na composição de todos os entes da natureza e na terminologia de Tomás de Aquino, a *materia prima*. A matéria sobre a qual tratamos na seção anterior é, com respeito a *materia prima*, uma matéria assinalada por dimensões, fenomênica, mensurável espaço-temporalmente. A matéria prima, também denominada *protomatéria** a partir deste ponto, é seu constitutivo ontológico último, ou seja, é o fundamento radical ou metafísico das manifestações quantitativas dos entes da natureza; em segundo lugar, dada a amplitude com o que Tomás tratou do tema em sua obra, desenvolvendo-o e burilando conforme as exigências do contexto assim o exigiam, bem como as elucidaciones provenientes do próprio Tomás de Aquino, muitas vezes razão de equívocos conceituais justamente por terem sido menoscabadas em diversas ocasiões, nos valeremos de uma excelente compilação¹²⁵ que serviu como roteiro básico para nossa exposição, com as devidas adequações já referidas, tendo em vista nosso propósito principal.

Inicialmente, devemos afirmar que a matéria possui estatuto ontológico, pois “se é correto que a matéria não possui estatuto ontológico senão por causa da forma[†], isso não justificaria atribuir-lhe carência absoluta de ser [...] porquanto a matéria *é*”.¹²⁶ Este estatuto ontológico implica buscarmos estabelecer a origem e

* Doravante simplesmente *matéria*; onde houver algum conflito com a noção comum, fenomênica, de matéria, será convenientemente explicitada como matéria prima ou protomatéria.

¹²⁵ FAITANIN, 2001a; ver também FAITANIN, 2001b.

[†] A saber, não há matéria sem forma na natureza.

¹²⁶ FAITANIN, 2001b, p. 7.

a natureza da matéria, a qual deve ser compreendida como “ser em potência”, significando que a matéria possui o ser, ainda que sob um aspecto minimamente entitativo e com máxima potencialidade; esta última acarreta ser a matéria o “primeiro sujeito subjacente” de toda mudança, quer essencial quer accidental, que tenha dependência da matéria¹²⁷. Assim, Tomás de Aquino apresenta duas possíveis assimilações para a matéria*: (a) refere-se àquela matéria que é concebida sem qualquer forma e privação, mas como sujeito da forma e da privação, denominada matéria primeira, já que antes da mesma não há outra matéria, e que também se denomina ‘hylé’; (b) refere-se a algum gênero como, por exemplo, a água é a matéria primeira dos líquidos. Mas, neste caso, não é absolutamente primeira, porque a água é composta de matéria e forma, donde já possui previamente matéria¹²⁸, ou “a matéria primeira não existe por si mesma na natureza das coisas [...] ademais sua potência não se estende senão às formas naturais”.¹²⁹ Para Tomás, o primeiro sujeito da geração (e corrupção) substancial é a matéria, na qual se fundamenta toda a produção dos corpos. Igualmente, a produção (origem) da matéria não pode se dar a partir da matéria, pois “da matéria não se extrai a matéria”.¹³⁰ Isto significa dizer que não há uma causalidade[†] específica da matéria, senão que ela é o primeiro sujeito desde o qual os corpos foram extraídos. Ademais, a matéria, à medida que está em potência para receber qualquer forma específica, “não pode desaparecer enquanto tal, porém necessariamente deve ser isenta tanto de corrupção quanto de geração”.¹³¹ Isto significa dizer que a matéria é algo criado, no sentido de que ela mesma não pode ter seu “início” senão a partir do não-ser (nada) e seu “término” senão no não-ser (nada). A matéria, ademais, é um *ser em potência* e é difusa por (penetra em) todos os entes naturais, porquanto,

¹²⁷ Cf. FAITANIN, op. cit., p. 8-9.

* Tomada aqui no sentido comum do termo.

¹²⁸ TOMÁS DE AQUINO, *Os Princípios da Realidade Natural*, p.26.

¹²⁹ TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q7 a2 ad3, p. 54.

¹³⁰ TOMÁS DE AQUINO, *Sobre la Naturaleza de la Matéria y las Dimensiones Indeterminadas*, p. 49 et 57.

[†] Causalidade aqui se refere a alguma das quatro causas que entram na composição dos corpos, a saber, as causas material e formal (intrínsecas aos entes naturais), e as causas eficiente e final (extrínsecas aos entes naturais). Conclusão: a matéria (protomateria, lembrando) não é gerada (causada) por qualquer uma das quatro causas.

¹³¹ ARISTÓTELES, *The Physics*, I c9 192a 26-35.

O que chamo matéria é precisamente o sujeito último subjacente comum a todas as coisas da Natureza, pressuposto como seu constituinte substantivo, não accidental. E mais, a destruição de uma coisa significa o desaparecimento de tudo o que a constitui à exceção exatamente deste mesmo sujeito subjacente, cuja existência é pressuposta, e caso este fosse destruído, então a coisa que o pressupõe teria sido com ele destruído antecipadamente, antes mesmo que viesse a existir¹³².

Tomás de Aquino sustentou que a matéria (protomateria) foi criada* pela onipotência de Deus a partir do não-ser (nada), não se tratando de um princípio potencial criador junto com Deus; que por haver sido criada, Deus dela possuía um conceito, ou seja, a matéria teve na mente divina um modelo e, portanto, uma essência; que, ademais, o tempo foi criado junto (simultaneamente)[†] com a matéria. Diversamente da interpretação comum da matéria como “pura potência”, ou “pura indeterminação”, ou ainda “ser absolutamente potencial”, encontramos nos escritos de Tomás que a matéria é um ser em potência.¹³³ Ou seja, a protomateria é um *ser em potência*, mas não absolutamente, com o sentido de *pura potência* (absolutamente potencial), pois então não se distinguiria do não-ser, mas o é relativamente ao recebimento de formas específicas ou determinantes, e

¹³² ARISTÓTELES, loc. cit.

* Logo não existe ab-eterno; isto é, a matéria não existe na eternidade; vale observar que o problema de um mundo criado desde sempre, isto é, tendo existido desde o infinito passado na linha do tempo não era problema para Tomás de Aquino: entendia que, de qualquer forma, o ser do mundo teria recebido desde o infinito passado seu influxo enquanto ser, ou seja, foi criado; acrescentava Tomás que uma refutação quer filosófica quer em bases experimentais acerca de um mundo que existisse desde o infinito passado não era possível (Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Compêndio de Teologia*, c. 98-99), e tinha razão! Ainda que o início do universo tenha ocorrido segundo o modelo do *big-bang*, isto é, não se prolonga na direção de um infinito passado, mas que tenha começado a existir há uns quatorze bilhões de anos, a singularidade inicial pode ter permanecido “estável” indefinidamente, ou, como supõem alguns, trata-se de ciclos intermináveis (segundo uma direção que se realizaria num tipo de ‘meta-tempo’) de expansão e contração, o que nos remete ao argumento de Tomás: de qualquer forma, o universo teve um ser e este ser foi dado desde fora, ou criado.

† Para a simultaneidade a que nos referimos aqui: trata-se de um conceito filosófico (especificamente metafísico) e não um conceito atrelado e medições espaço-temporais, como advogado pela teoria da relatividade. Em princípio, dois eventos afastados entre si bilhões de anos-luz, por exemplo, podem ser simultâneos, ainda que jamais o sejam segundo medições efetuadas em diferentes sistemas de referência afastados entre si por intervalos do tipo do tipo espaço ($ds^2 < 0$, em que ds^2 é o intervalo medido entre dois eventos no espaço-tempo; trata-se de um invariante de Lorentz).

¹³³ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q46 ad3: “O acidente, sendo forma, é um certo ato; porém a matéria [matéria prima], em si mesma, é ser em potência”. Também em TOMÁS DE AQUINO, *Suma contra os Gentios*, II c16 n11, p. 187: “A matéria prima de algum modo é, porque é ente em potência”.

isso não significa ser desprovida de toda forma, pois tem ser¹³⁴ e foi concriada com o tempo, como afirma Tomás¹³⁵, o que implica que a protomatéria tem ser, essência, ainda que desprovida de formas especificadoras ou substanciais, pois opera segundo sua natureza de ente em potência, pelo que tem aptidão indeterminada por formas especificadoras. Dado que *a operação segue o ser*, a protomatéria tem aptidão para o bem, isto é, para aquilo que lhe convém por natureza, e isto somente é possível se ela tem aquele caráter entitativo mínimo com o qual aspira a realizar o que lhe é próprio¹³⁶. Ademais,

E porque o ser segue a forma das coisas, elas existem quando possuem forma e deixam de existir quando privadas da forma. Deve, portanto, existir nelas algo que em um tempo possa receber a forma e, em outro tempo, possa ser privado dela: a esse algo denominamos matéria [protomatéria]. Por conseguinte, as coisas ínfimas entre as outras necessariamente se compõem de matéria e forma.”¹³⁷

E tal potencialidade é indeterminada, no sentido de que deve ser entendida como uma capacidade (potencial) ou indiferença para receber quaisquer formas especificadoras.¹³⁸ Ou seja, a protomatéria* possuiu então em sua origem (criação) o mínimo de caráter entitativo (ser em ato), informada por diversos α -

¹³⁴ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *O Ente e a Essência*, c.5, n.48, p.79: “Nas coisas que se relacionam entre si, sendo uma a causa do ser da outra, aquela que exerce a função de causa pode ter ser sem a outra, mas o contrário não vale. Ora, essa é a relação existente entre a matéria e a forma, pois a forma dá o ser à matéria. Por isso, *é impossível à matéria ser sem alguma forma* [grifo nosso]”. Ademais, afirma TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I q.74 a2 sol.): “A matéria, na produção primeira das coisas, existia sob as formas substanciais dos elementos”.

¹³⁵ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I q66 a4 sol.

¹³⁶ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q5 a3 ad3: “A matéria prima, sendo ser potencial, também é bem potencial [pois] participa algo do bem, a saber, sua ordenação ou aptitude para o mesmo. E, por isso, não lhe convém o ser desejado, mas o desejar”. Ora, a operação segue o ser, e este tem forma, donde a protomatéria tem ser e forma.

¹³⁷ TOMÁS DE AQUINO, *Compêndio de Teologia*, c.74. Ora, este trecho de Tomás nos aponta com muita precisão que, ao nos debruçarmos sobre os entes mais elementares, (tais como as entidades subatômicas), aumenta o nível de indeterminação do ser, posto que nos aproximamos da indeterminação proveniente da matéria associada a formas cada vez mais elementares. Dito de outro modo: considerando a composição de matéria e forma (composição hilemórfica) desses entes elementares, a balança pende a favor da matéria; diversamente, quanto mais complexo o ser, é porque em sua composição hilemórfica há um grau imensamente maior de determinação do ente (número maior de propriedades espaço-temporais determinadas, complexidade, auto-organização, etc.).

¹³⁸ *Ibid.*, c. 19.

* Visto que, a partir deste ponto, precisamos adequar com mais ênfase a terminologia atual, passaremos a usar com maior frequência protomatéria em vez de matéria (que já estava substituindo a matéria primeira), e quando houver risco de confusão conceitual ou terminológica (que estamos a evitar a todo custo), o sentido correto será explicitado.

objetos[†] em diversas partes de sua essência; os α -objetos emprestam à protomatéria seu caráter entitativo e compõem sua essência, pois é por esta que a um ente qualquer lhe é dado o ser, bem como é pela essência ou forma que algo se assemelha a Deus.¹³⁹ Isto não é difícil de ver se tomarmos em consideração a seguinte razão de proporção, que define a analogicidade do ser:

<u>Ser (ente) de X</u>	assim como	<u>Ser (ente) de Y</u>
Essência de X		Essência de Y

Portanto, podemos realizar a seguinte analogia de proporcionalidade:

<u>Ser ‘em potência’ da Protomatéria</u>	como	<u>Ser ‘em ato puro’ de Deus</u>
Essência da Protomatéria		Essência de Deus

A razão de proporcionalidade acima nos mostra a necessidade de imputarmos uma essência à protomatéria, sendo tal essência definida pelas formas elementares, *imperfetíssimas*¹⁴⁰, posto se situarem mais próximas à potência da matéria, em seu interior. Por tais formas se torna o ser em potência da matéria minimamente inteligível, bem como apto (apetecível) à educação das formas específicas dos entes corpóreos. Ainda mais: Tomás as denomina também de “formas dos elementos”¹⁴¹, porquanto,

[†] Em substituição a “formas elementares”, visto que esta denominação pode induzir à confusão com formas dos elementos químicos, ou com as formas entitativas das partículas elementares. Os α -objetos dão à protomatéria seu caráter entitativo. Veremos mais adiante como representá-los, já que possuem uma inteligibilidade mínima.

¹³⁹ Cf. FABRO, 1961, p. 344-360.

¹⁴⁰ Cf. TOMÁS DE AQUINO, Tomás de Aquino, *De Mixtione Elementorum*, n.9: “As formas dos elementos são imperfetíssimas, justamente por estarem, por natureza, mais próximas da matéria primeira”; também in *Suma contra os gentios* II c68 n5: “Com efeito, encontramos algumas formas ínfimas que não têm capacidade para operação alguma, senão para a qual se estendem as qualidades dispositivas da matéria, [...] como as formas elementares. Por isso, essas formas são absolutamente materiais e totalmente imersas na matéria”. Ver também, a propósito da imperfetição das formas elementares, TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q.76 a.4 ad.3.

¹⁴¹ *Ibid.*, n.13: “Disso decorre a impossibilidade de que as formas substanciais dos elementos sejam susceptíveis de mais e de menos”; *id.*: “Portanto, se as formas dos elementos fossem susceptíveis de mais e de menos, tanto a geração quanto corrupção seriam movimentos contínuos, o que é impossível...”; *ibid.*, n.16: “[Portanto] Devemos considerar que as qualidades ativas e passivas dos elementos sejam contrárias entre si e susceptíveis de mais e de menos”; *ibid.*, n.18: “[Portanto] As formas dos elementos estão presentes nos corpos mistos, mas não em ato, senão *virtualmente* [grifo nosso]”.

Deve-se dizer, segundo Agostinho, se denominam *razões seminais* todas as forças ativas e passivas estabelecidas em todas as criaturas por Deus, mediante as quais Ele coloca no ser os efeitos naturais; por isso, ele mesmo [Agostinho] afirma no *De Trinitate III c9* que “assim como as mães estão grávidas de seus fetos, assim também o mundo está grávido das causas de tudo que nasce”, expondo o que antes havia dito com relação às razões seminais, as quais havia também denominado “forças e faculdades distribuídas às coisas”; e se chamavam razões seminais na medida em que nas causas ativas estão originalmente todos os efeitos como se fossem certas sementes. Não obstante se se entendem as razões seminais como incoações das formas, que estão na matéria primeira enquanto está em potência para todas as formas como pretendem alguns, se bem não concorda muito com as afirmações de Agostinho, pode sustentar-se que a sua simplicidade é devida à sua imperfeição, como também a matéria primeira é simples¹⁴².

Por conseguinte, os α -objetos são essas formas elementares ou elementos da corporeidade: trata-se de estruturas que permitem a extensão espacial e a duração temporal, pois são as “razões seminais” das coisas.¹⁴³ Por outro lado, a protomateria teve seu início com o tempo isto é, para Tomás, o tempo foi concriado com a protomateria, ou dito de outro modo, sua criação foi simultânea à da protomateria, assim como esta foi informada pelos diversos α -objetos. Assim, uma tese central de Tomás de Aquino é que a protomateria era desprovida de toda e qualquer forma especificadora, mas não absolutamente informe como sustentava Agostinho¹⁴⁴, porém informada por diversos α -objetos em sua essência¹⁴⁵. Não obstante a precedência da protomateria à diversidade das formas, isto não ocorre segundo uma sucessão temporal, pois o tempo, como duração, “é expresso pelas formas das coisas”¹⁴⁶, tendo, portanto, início com a formação dos entes, visto ser medida destes últimos; medida segundo a sucessão, ou “segundo um antes e um depois no movimento”¹⁴⁷. Sendo assim, não se dá uma confusão denominada “paradoxo do duplo tempo”, isto é, a afirmação de que haveria dois tempos: um, com o qual a matéria foi criada (prévio e simultâneo), e o outro, no qual ela foi

¹⁴² TOMÁS DE AQUINO, *De Veritate* 5, a9 ad8.

¹⁴³ *Id.*

¹⁴⁴ Cf. AGOSTINHO, *Confissões*, p. 363-366 et p. 391-393.

¹⁴⁵ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q66 a1 sol: “A matéria não foi criada sob uma forma, mas sob diversas formas [elementares]”.

¹⁴⁶ Cf. AGOSTINHO, *op. cit.*, p. 393.

¹⁴⁷ TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q66 a4 ad3: “É necessário concluir-se que, desde o princípio, imediatamente, houve algum movimento [...] não se pode compreender o movimento sem o tempo, pois este não é senão a *enumeração do anterior e do posterior no movimento*”.

informada (posterior e sucessivo)¹⁴⁸; evidentemente, este não é o caso. Há um único tempo, ou duração, que mede o movimento e que é um atributo dos entes materiais, com o qual se deu a criação da protomateria e sua informação e diversificação com as formas específicas mais básicas da corporeidade*. Ademais, relembremos que a protomateria não foi criada absolutamente informe, porém informada (simultaneamente) por α -objetos:

As diversas *formas elementares* estavam nas diversas partes da matéria que, todavia, foi dita ser informe porque ainda não havia recebido as formas dos corpos mistos, para as quais as *formas dos elementos* estavam em potência e porque os *elementos* ainda não estavam adequadamente situados para a produção de tais corpos, como já foi dito.¹⁴⁹ [...] Se Deus produzisse um ser meramente potencial ele faria menos que a natureza a qual produz entes atuais. Ademais, envolve contradição seja produzido algo que é pura potencialidade, posto que o que foi produzido precisa ser dado que é, e aquilo que é puramente potencial não é simplesmente.¹⁵⁰

Em Tomás de Aquino, a distinção numérica das formas ou dos indivíduos é dada pela matéria individuada[†] e sua diversidade específica pela diversidade das formas¹⁵¹; ou seja, a matéria individualiza as espécies, cada uma delas num sujeito. É justamente pela ausência de formas específicas que se caracteriza a protomateria, e por isso pode encontrar-se difusa nos indivíduos, constituindo-se no sujeito[‡] comum de todas as mudanças, quer essenciais quer acidentais.

¹⁴⁸ FAITANIN, 2001b, p. 25.

* A estrutura geométrica do espaço-tempo (micro e macroestrutura) e os componentes elementares da matéria: subpartículas, campos ou outras.

¹⁴⁹ TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad 13.

¹⁵⁰ *Ibid.*, ad. Agostinho n3. (Grifo nosso). Ou seja, o que é puramente potencial é não ser, o que parece contradizer expressamente o argumento de que a protomateria seja algo puramente indeterminado entre o não-ser e o ser: a protomateria tem ser, ainda que minimamente ser, este dado pelas formas elementares.

[†] Neste caso, retomamos a nomenclatura “matéria”, pois esta é a matéria sobre a qual se debruça a ciência com vistas a elaborar conceitos como *massa*, *energia*, etc., como vimos na primeira parte. Esta matéria que compõe cada ente individual, o qual se expande em configurações espaciais e se move em ritmos temporais, também se denomina “matéria segunda” por encontrar-se *individuada* em cada ente (em oposição a protomateria, ou “matéria primeira” que se encontra *difusa* por todos os entes), segundo aquelas dimensões espaciais e obedecendo àqueles ritmos temporais.

¹⁵¹ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Compêndio de Teologia*, c71 n1: “A causa da diversidade existente nas coisas produzidas por Deus não é a matéria”.

[‡] Trata-se aqui do que os escolásticos compreendem por *sujeito de sustentação* ou *de educação*, a saber, da causa material de algum de seu complemento substancial ou acidental (Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, Suplemento, ‘Léxico’, p. *111).

Com base em Tomás, podemos sustentar que os α -objetos que informaram a protomateria no instante da criação não eram as formas específicas possivelmente existentes, conquanto nestas se encontravam as razões seminais de toda a diversidade e multiplicidade possível de formas¹⁵², e que, portanto, foi necessário existirem simultaneamente na protomateria algumas formas, mas não absolutamente todas, e que estas não poderiam ser formas específicas”.¹⁵³ Tal diversidade de formas elementares no interior da protomateria convinha à consecução das diversas formas específicas, pois,

As coisas, enquanto têm ser, têm também pluralidade e unidade, pois cada coisa enquanto é ser é também una, mas não têm o ser da forma devido à matéria. Ao contrário, têm mais o ser da matéria devido às formas, pois o ato é melhor que a potência, porque aquilo pelo que uma coisa existe convém que seja melhor do que ela. Por isso, as formas não são diversas para que convenham a diversas matérias, mas as matérias são diversas para que convenham às diversas formas.¹⁵⁴

Ademais, isso convinha à formação do mundo antes da sucessão temporal ela mesma, segundo Tomás, porquanto “foram impressas na matéria informe as formas elementares”.¹⁵⁵ Daí que os α -objetos que informaram a protomateria ao início eram formas elementares e não específicas; além do mais, situavam-se mais proximamente à causa material do que propriamente à formal¹⁵⁶. Assim, há razões para que Tomás supusesse que os α -objetos que primeiramente informaram a protomateria pertenciam ao grau mínimo de perfeição das formas, na medida em que estariam mais próximos ao ser em potência da protomateria.¹⁵⁷ Daí poder-se

¹⁵² Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad12. Ver também TOMÁS DE AQUINO, *A mescla dos elementos*, n.16: “As qualidades ativas e passivas dos elementos são contrárias entre si e susceptíveis de mais e de menos [e por tais qualidades] se pode constituir uma qualidade intermediária [...] que é a qualidade própria do corpo misto [que possui uma forma substancial específica], conforme as diversas proporções da mescla; e esta qualidade [intermediária] é, na verdade, a própria disposição com relação à forma [específica] do corpo do misto”. A mescla, ou misto, ou composto, em um sentido lato: pode tratar-se de átomos, como o N_a (sódio) e o C_l (cloro), por exemplo, sendo então um misto (composto) de partículas; ou moléculas, como o N_aC_l (cloreto de sódio), tratando-se então de uma mescla (composto) de átomos.

¹⁵³ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad13: “A matéria [primeira] não careceu de toda forma, mas teve em suas diversas partes diversas formas elementares”.

¹⁵⁴ TOMÁS DE AQUINO, *Compêndio de Teologia*, c71 n2.

¹⁵⁵ TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q69 a1 sol.

¹⁵⁶ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Comentário al Libro VII de la Metafísica de Aristoteles*, Lectio 17 n 1679: “Os elementos pertencem à causa material”.

¹⁵⁷ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *A mescla dos elementos*, n.9: “As formas dos elementos são imperfeitíssimas, justamente por estarem, por natureza, mais próximas da matéria primeira”.

propor, a partir dessa formulação, que os α -objetos no interior da protomatéria deram origem às formas específicas mais elementares da estrutura do mundo: o estado fundamental da geometria do mundo e os componentes estruturais que possibilitam nossa compreensão acerca da matéria (“matter”): subpartículas, campos ou outras formas fundamentais. Do exposto até então, há um aspecto conspícuo para nosso trabalho: a protomatéria, enquanto “ser em potência”, é fonte de *edução*¹⁵⁸ de novas formas (específicas) a partir de interações que ocorrem entre os α -objetos no interior da protomatéria. Examinemos, pois, pormenorizadamente, esses conceitos à luz do que encontramos na natureza no nível subatômico. Para isso, iniciaremos esta análise com base em algumas considerações realizadas por Wallace¹⁵⁹ acerca de um modelo metafísico para a filosofia da natureza*. Este autor, em perfeita sintonia com as demandas de inteligibilidade suscitadas pela exposição acima, propõe-nos a seguinte questão: “Se as substâncias químicas são compostas por átomos e moléculas, e estas, por sua vez, são compostas por elétrons, prótons e nêutrons, o que mais se pode dizer sobre o material a partir do qual estes últimos são feitos?”¹⁶⁰

Ainda que suponhamos que elétrons, prótons e nêutrons sejam compostos por partículas ainda menores, mais elementares, tal divisão teria um limite? A saber, há algum ponto que atenda à demanda pelo substrato último do qual todo e qualquer ente material é composto? A física nuclear (e de partículas) levou à

¹⁵⁸ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, Suplemento, ‘Léxico’, p. *77: “Edução, ou uma coisa ser eduzida de outra, significa que alguma coisa começa a existir, de tal modo que seja necessário um sujeito [a protomatéria, em nosso caso], no qual a referida coisa seja produzida e conservada; ou então, o que é a mesma coisa, edução é a ação que produz algo proveniente de um sujeito predisposto [a protomatéria]. [...] Ser eduzido da potência é tornar-se ato aquilo que antes estava em potência, o que depende da matéria, e se faz por um agente natural”.

¹⁵⁹ Cf. WALLACE, 1996, p. 53-63.

* A filosofia da natureza, em nosso trabalho, propõe-se ser uma investigação complementar às ciências experimentais, segundo a proposta de Maritain, como tivemos oportunidade de enfocar no capítulo anterior. A rigor, trata-se de recuperar o valor epistemológico de uma análise ontológica da natureza, conforme havia sido proposto por Aristóteles em sua *Física*. Visto que, na *Física*, Aristóteles propôs uma ciência experimental (empiriologia) e uma filosofia natural (ontologia), entrelaçadas de tal forma que não se procedeu à substituição da antiga ciência dos fenômenos (repleta de erros, bem como ineficiente e incapaz de desenvolver-se autonomamente) pela nova ciência experimental de base matemática, que surgiu nos séculos XVI e XVII, mantendo-se a análise ontológica (correta, embora não definitiva, capaz de desenvolver-se com os novos aportes epistêmicos que surgem das ciências experimentais), o antigo projeto aristotélico-platônico parecia estar destinado a manter separadas e incommunicáveis a análise epistêmica (ou empiriológica, pela terminologia sugerida por Maritain) e a análise ontológica da natureza. Certamente, este não é o caso; trata-se de mostrar que ambos os domínios podem comunicar-se e interagir, o que é um dos objetivos deste trabalho.

¹⁶⁰ WALLACE, op. cit., p. 53.

descoberta de centenas de novas partículas e antipartículas, classificadas como bárions, hádrons, mésons, léptons, férmions, bósons, etc., entre as quais prótons, nêutrons e elétrons. A partir dos trabalhos de Murray Gell-Mann, em 1961 e em 1964¹⁶¹, introduziu-se o *quark* como componente subatômico responsável pela força de ligação entre os prótons e outras partículas que interagem por meio do campo *forte**. Associados às diversas fontes das interações fundamentais, campos ou partículas, encontram-se os princípios de conservação (energia, momentum, paridade, spin, etc.). Ora, tais princípios encontram na protomateria sua inteligibilidade, à medida que a protomateria é o substrato ou suporte material comum, difuso em todos os entes, incluindo os próprios quarks e outros *building blocks* da matéria (“matter”), pois, como ser em potência, constituída pelos α -objetos[†], está em potência para as formas específicas, entitativas, ainda que estas formas entitativas possuam um conjunto mínimo de especificidades, assinaladas quantitativamente[‡] -- carga, spin, momentum, massa, etc. --, de tal modo que tais especificidades são, elas mesmas, indicativas do caráter entitativo de que se revestem as formas naturais[§], $NF^{\#}$. Se tais formas naturais não se encontram em estado “livre” na natureza, isto é, se apenas as encontramos compondo outros entes naturais “estáveis”, então se trata de formas naturais transientes, NF_t , as quais, diferentemente das primeiras, não são dotadas de alguma propriedade que excite nossa experiência sensorial. Os elementos químicos da tabela periódica e seus compostos apresentam formas naturais estabilizadoras, e suas atividades e reatividades podem ser compreendidas à luz dos campos gravitacional e eletromagnético, ao passo que a necessidade de introduzirmos campos, como os

¹⁶¹ Cf. WALLACE, op. cit., p. 55.

* Apenas lembrando, são quatro as “forças” ou “campos” (a força *forte*, responsável pela ligação de prótons e nêutrons no interior do núcleo atômico; a força *fraca*, responsável pelo decaimento de partículas e pela radioatividade; a força *forte*, responsável pelo eletromagnetismo e pela ligação dos elétrons ao núcleo atômico; e, por fim, a força *gravitacional*, responsável pela estrutura e topologia do espaço-tempo em escala cósmica, incluindo a formação das galáxias, a estabilidade de sistemas planetários e a existência de atmosfera e de vida nos planetas) que interatuam na natureza, produzindo a estrutura da matéria (“matter”), tanto em escala microscópica, quanto macroscópica. Ver HAWKING & PENROSE, 1996. Ver também SALAM et al., 1993.

† Que não são, como vimos, dotados de caráter entitativo específico ou individual.

‡ Trata-se do acidente (categoria ontológica) *quantidade*, na medida em que está, segundo Tomás, vinculada a uma matéria designada espaço-temporalmente, ou ‘matéria assinalada pela quantidade’ (*materia signata quantitate*).

§ “Forma natural” é a mesma coisa que forma substancial, mas restrita ao mundo natural; ou seja, Wallace tenta evitar alguma remissão a entes metafísicos que não façam parte da natureza.

NF é a notação sugerida por WALLACE, op. cit., p. 56.

campos forte e fraco, indica certa ausência de estabilização e, por isso, os entes subatômicos são caracterizados mais por sua transiência do que por sua estabilidade[†]. Ora, podemos concluir, auxiliados pela exposição de Wallace, que o grau de transiência de um ente natural[‡] é um indicador de sua proximidade à protomateria. Ora, a proximidade à causa material também explicaria¹⁶² adequadamente a própria diversidade específica bem como o porque de haver certas disposições naturais em certos corpos, mas não em outros; justamente por serem formas elementares e não específicas, como NF e NF_t , os α -objetos possibilitam as conexões que dão origem a alterações e movimentos na essência da protomateria, bem como permanecem virtualmente nos compostos¹⁶³.

Também os α -objetos não poderiam ser em número infinito no interior da protomateria, nem tampouco ser apenas um único, porquanto,

Teríamos que admitir que esta única forma [forma elementar ou α -objeto] informou de modo comum toda a matéria prima [protomateria], enquanto que desta comunicabilidade sairia toda a diversidade e incomunicabilidade específicas [... desse modo] não foi apenas uma senão diversas formas elementares que informaram a matéria em diversas partes^{164,¶}

[†] Como, por exemplo, o sódio (Na) ou o cloro (Cl).

[‡] Que poderia ser medido, por exemplo, por um número associado em proporção direta com seu tempo de vida média em estado “livre”, ou na razão inversa da força por unidade de distância associada ao potencial do campo.

¹⁶² Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Comentário al Libro VII de la Metafísica de Aristóteles*, Lectio 17 n.1679: “Os elementos pertencem à causa material”.

¹⁶³ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Mixtione Elementorum*, n.18: “As formas dos elementos estão presentes nos corpos mistos, mas não em ato, senão virtualmente”.

¹⁶⁴ FAITANIN, 2001b, p. 47. Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad13: “A matéria [primeira] tinha em diferentes partes diferentes formas elementares. [...] Todavia chamava-se matéria sem forma porque não tinha ainda advindo à matéria [prima] as formas dos corpos mistos [compostos], para as quais as formas elementares estão em potência, e a situação dos elementos não era ainda apta [não haviam ainda sido alterados em suas qualidades ativas e passivas] àquela geração”.

[¶] A *incomunicabilidade* é aquilo pelo qual um determinado ente, por exemplo, uma partícula, se constitui em um indivíduo (sujeito), possui unidade, é distinto de todos os demais entes, bem como pode existir segundo uma multiplicidade de sujeitos ou indivíduos. Neste sentido, a protomateria “nem é princípio de individuação nem de incomunicabilidade da essência corpórea”; ou seja, “por ser pura potência, é potencialmente comunicável e sujeito de diversas formas”. Cf. FAITANIN, 2001a, p. 227. Por outro lado, a *comunicabilidade* de uma essência significa que uma tal essência pode estar virtualmente numa outra como, por exemplo, a essência do elemento está virtualmente no ser do composto. Foi necessário Tomás propor que a protomateria em sua origem foi dotada de diversas partes com vistas a receber diversas formas específicas segundo essas diversas partes. Em

Ademais, segundo Aquino, as formas elementares (α -objetos) não estavam de modo comum em todas as partes da matéria (protomateria), pois a diversidade de formas específicas supõe a diversidade das partes da matéria^{*}; cada uma destas é informada pelas formas elementares por meio de suas qualidades ativas[†], estando localizada cada uma das formas elementares onde potencialmente tem que estar no interior da matéria. Obviamente, há que se entender aqui localização *lato sensu*, de modo distinto do que usualmente fazemos *stricto sensu* com a atribuição de coordenadas geométricas.

Isto não significa que existam em ato na matéria, senão que na potência da matéria estão em diversas partes por causa da distinção de suas respectivas qualidades ativas. Neste sentido, a qualidade ativa de uma forma elementar não está na mesma parte da matéria em que se encontra sua oposta. Contudo, [no composto,] as formas elementares contrárias estão unitiva e virtualmente presentes, ainda que potencialmente diversas. Por isso, [naquele,] tais qualidades são passivas, e mesmo que opostas, encontram-se agregadas no todo substancial do composto¹⁶⁵.

Em nossa proposta, essa localização é potencial no sentido de que os α -objetos (as formas elementares) se encontram ligados entre si, constituindo-se esta ligação num *estado de α -objetos* no interior da protomateria, ou *α -estado*. Cada estado é dinâmico, a saber, modifica-se segundo uma seqüência finita de estados. Justamente o caráter potencial da protomateria consiste nessa dinâmica de estados seqüenciados. O estado final ou *ω -objeto* projeta-se espaço-temporalmente -- torna *explícito* o que estava *implícito* no interior da protomateria[‡] --, sendo essa projeção aquilo que os escolásticos denominavam *edução*. Cada composto natural

nosso caso, como teremos oportunidade de expor, as diversas formas específicas são eduzidas a partir de movimentos e alterações dos α -estados em diversos domínios da protomateria.

^{*} A preocupação de Tomás de Aquino é clara: apresentar a condição pela qual se dá a diversidade das formas específicas a partir das formas elementares; como mencionamos em nota anterior, mostraremos que esta condição pode ser obtida por um outro enfoque que torna desnecessário afirmar tal diversidade das partes da protomateria.

[†] Trata-se do acidente (categoria ontológica) *qualidade*, tomado em sentido amplo, significando qualquer atributo que se enuncia acerca de algo quando se procura *qual* é a causa em si mesma (intrínseca). *Qualidade ativa* é aquela pela qual se age, atua; *qualidade passiva* é aquela pela qual se recebe alguma coisa (Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, Suplemento, 'Léxico', p. *103).

¹⁶⁵ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Mixtione Elementorum*, n. 6-13. Ver também TOMÁS DE AQUINO, *Sobre las Operaciones Ocultas de la Naturaleza*, n.448-451.

[‡] O significado de *explícito* e *implícito* será visto no último capítulo; não obstante, julgamos oportuno desde já introduzir os termos, associando-os à protomateria.

(trata-se de um composto de matéria e forma, como propõe Aristóteles) é, por conseguinte, uma projeção espaço-temporal do estado final de uma seqüência finita de estados de α -objetos no interior da protomatéria. Mais adiante, proporemos um modelo para esse seqüenciamento de estados. A cada estado podemos associar uma localização no interior da protomatéria, de tal forma que,

[É preciso esclarecer que] o estar potencial num lugar [localização] não significa que [os α -objetos] possuíram suas qualidades e propriedades em ato, porque este lugar [...] é potencial e se refere ao lugar onde se daria a geração dos compostos¹⁶⁶.

Além disso,

[As formas que informam a matéria prima não são iguais por natureza às dos compostos], pois se distinguem efetivamente segundo os graus de perfeição: as formas da *materia prima* não são específicas porque as formas específicas são extraídas da essência da matéria prima e se diversificam especificamente umas das outras¹⁶⁷.

Ora, é necessário supor que os α -objetos mantêm suas qualidades ativas e passivas no interior da matéria primeira, e que as combinações que resultam de sua mescla* entre si (α -estados ou α -objetos) são potencialidades ativas para a educação das formas específicas dos compostos. No entanto, cada estado final da seqüência (ω -objeto) prepara a educação, que nada mais é do que uma operação de projeção de um ω -objeto no espaço-tempo. Por conseguinte, é fundamental a presença destes últimos nos compostos por possuírem a memória dos vínculos ontológicos (sendo o último estado das seqüências de α -estados) no interior da protomatéria, vínculos que se encontram *virtualmente* presentes nos compostos, e em potência, de tal maneira que estes possam recombinar-se a partir de suas

¹⁶⁶ FAITANIN, 2001b, p. 51. Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad4.

¹⁶⁷ Id.

* “Mescla de elementos”, como a denominará Tomás de Aquino (Cf. TOMÁS DE AQUINO, *De Potentia Dei*, q4 a1 ad13: “Várias formas elementares estão em potência para a consecução da mescla”). Essa mescla de elementos (α -objetos) no interior da protomatéria assemelha-se à mescla de formas elementares (por exemplo, partículas) que se combinam para formar os compostos (por exemplo, átomos). Obviamente, a mescla ou combinação no interior da protomatéria não envolve elementos que estejam em ato, mas em potência (Id.).

formas específicas[‡], pois seus ω -objetos podem combinar-se num outro ω -objeto projetável espaço-temporalmente, dando origem ao composto*.

Na seqüência de α -estados localizados num domínio R da protomatéria,

$$\alpha_1(R), \alpha_2(R), \dots, [\alpha_n(R) = \omega(R)]$$

, o n -ésimo α -estado (que é o ω -objeto) está “pronto”[†] para ser projetado no espaço-tempo, pois corresponde ao ω -estado para educação. Os α -objetos (ou α -estados) $\alpha_j(R)$ no domínio R são estágios de preparação da seqüência naquele domínio para a educação de uma forma. Vale dizer que nada impede que o domínio R seja ele mesmo um conjunto finito de subdomínios quaisquer R_j no interior da protomatéria, isto é, $R = \bigcup_j R_j$, $j \in \Lambda$, sendo Λ um conjunto arbitrário de índices. Portanto, a existência de α -estados prescinde de algum tipo de diversidade com a qual os α -objetos informem os diversos domínios da protomatéria, podendo inclusive informar de modo comum às diversas partes da mesma dado que o processo de educação de uma forma específica ocorre pela existência do seqüenciamento propriamente dito. Além disso, podemos, baseando-nos em Tomás, sustentar que o agente físico da educação não é senão o seqüenciamento mesmo de α -estados no interior da protomatéria¹⁶⁸. Do mesmo modo, há um número indeterminado, porém finito, de α -objetos a partir dos quais se eduzem as formas da realidade corpórea, porquanto,

[‡] Não obstante os α -objetos não possuem caráter entitativo, como vimos, são dotados de atividade por meio de suas qualidades ativas, que lhes asseguram estar em *potência ativa* no interior da protomatéria. Potência ativa é a capacidade de produzir efeito (Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, Suplemento, ‘Léxico’, p. *97). Um exemplo pode ser aduzido: cada subpartícula presente no átomo de sódio está associada a um ω -objeto no interior da protomatéria; do mesmo modo, isto se aplica a cada subpartícula no átomo de cloro. Por sua vez, a recombinação das subpartículas, em ambos os átomos, a partir de seus ω -objetos de origem em um ω -objeto resultante permite a educação do composto cloreto de sódio.

* Veremos no capítulo terceiro como são as álgebras referentes aos α e ω -objetos, respectivamente.

[†] Procuraremos, no capítulo seguinte, esboçar as condições que definem que um α -estado se encontra ‘pronto’ para ser projetado espaço-temporalmente, e o que envolve esta operação de projeção.

¹⁶⁸ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, III^a q32 a4, e também TOMÁS DE AQUINO, *Octo Libros Physicorum Aristóteles Expositio*, VIII Physica Lectio 8 n.1029.

O fato de que foram muitas as formas que informaram a matéria em sua origem não significa que foi um número infinito, senão um número de formas elementares em que se definisse potencialmente o número total das possíveis formas corpóreas que pudessem ser extraídas a partir de seus princípios elementares [...]. Tampouco poderia ser apenas uma única forma [que informou a protomateria... nem] determinado o número de formas, que dela se pudessem eduzir. Neste sentido sua potência [da protomateria] não poderia ser estritamente falando *absolutamente finita*, porque dela se eduz, efetivamente, uma diversidade ignorada de formas [...]. E nossa ignorância do número de formas, que dela se podem extrair, tem a ver com a potencialidade da matéria [protomateria] e não simplesmente com nosso conhecimento imperfeito. Se desconhecemos quão potencial é a matéria primeira em sua natureza*, então não podemos determinar com exatidão o número de formas que dela se podem eduzir ou extrair¹⁶⁹.

Por outro lado, a estrutura geométrica do espaço-tempo, seus aspectos topológico e métrico, quer em macro-escala quer em micro-escala[†], é ela mesma uma educação da protomateria, educação fundamental podemos afirmar, dado que a educação das formas corpóreas específicas, mesmo as mais simples, subentende a presença de uma topologia do espaço-tempo[‡] que lhes está estreitamente unida. Assim, podemos afirmar que *a toda educação de uma forma específica desde o interior da protomateria está subentendida uma estrutura métrica espaço-temporal*. Esta formulação é consequência da tese tomista da concriação do tempo[§] com a protomateria e provê a condição do seqüenciamento temporal dos α -estados, bem como a existência destes como consequência do movimento e das várias mudanças e alterações dos α -objetos no interior da protomateria¹⁷⁰. Por sua vez, esta tese permite que sustentemos que os ω -objetos, que se encontram prontos para serem projetados no espaço-tempo, foram gerados a partir das sucessivas alterações temporais dos α -objetos no interior da protomateria. Há, portanto, duas teses que são fundamentais para a compreensão de nossa proposta:

* Daí nossa proposta de uma formulação estocástica para a educação de formas, a ser investigada futuramente, como veremos nas considerações finais deste trabalho. Propomos tão-somente, para fins desta dissertação, uma formulação algébrica que poderá vir a ser estendida numa investigação posterior, de modo a permitir um tratamento de natureza estocástica para certos processos dinâmicos do interior da matéria.

¹⁶⁹ FAITANIN, 2001a, p. 281-282.

[†] Refere-se à sua conformação topológica e métrica em comprimentos inferiores ao comprimento de Planck, a saber, a distâncias inferiores a 10^{-35} m.

[‡] Pela qual é *materia signata quantitate* (matéria assinalada espaço-temporalmente, ou segundo dimensões).

[§] Ontologicamente considerado, isto é, como medida da sucessão segundo o antes e depois, como vimos acima.

¹⁷⁰ Cf. TOMÁS DE AQUINO apud FAITANIN, op. cit., p. 279-280.

- A criação da protomatéria coincidiu com o início do tempo e em sua essência ela foi informada pelos α -objetos;
- Os entes naturais mais simples acerca dos quais podemos pensar (subpartículas, campos, etc.) puderam desde o início (do tempo) ser *formados* a partir das alterações dos α -objetos concriados com a protomatéria.

Uma conseqüência relevante deste estudo consiste em prover o suporte ontológico a propostas da física moderna com respeito à multiplicidade de entes fundamentais, como é o caso da teoria das cordas, visto esta lidar com um número infinito de partículas¹⁷¹, bem como é o caso da multiplicidade de aspectos potenciais dos campos, especialmente campos de caráter não-linear, como o gravitacional, cuja riqueza estrutural remete-nos à característica fundamental da protomatéria, ou sua potência, que,

Estritamente falando, não pode ser finita porque dela se extrai, efetivamente, uma diversidade desconhecida de formas. E nosso desconhecimento acerca do número das formas que se eduzem relaciona-se com a potencialidade da matéria e não simplesmente com o nosso conhecimento imperfeito. Se não sabemos quão potencial é a matéria primeira em sua natureza*, não podemos determinar com exatidão o número diversificado das formas que dela podem ser extraídas¹⁷².

Esse desconhecimento está radicado no aspecto metafísico da potencialidade da protomatéria, o que não deve, contudo, levar-nos a concluir que a protomatéria seja infinita pura e simplesmente. Concluimos da exposição até este ponto que, acerca da análise ontológica da protomatéria, podemos perfilar os seguintes pontos:

¹⁷¹ Cf. WEINBERG, 1995, p.xxi.

* Com efeito, em nosso trabalho a potencialidade da protomatéria é abordada por um modelo algébrico, como teremos oportunidade de ver no capítulo posterior; isto é, trata-se de, com fundamento na ontologia que ora descremos, prover um modelo intermediário entre a ontologia e a quantidade (veremos melhor o que significa esse grau intermediário no capítulo seguinte), de tal forma que uma *álgebra ontológica* possa dar conta, do ponto de vista epistêmico, não da totalidade das relações -- potencialmente desconhecidas -- que podem realmente ocorrer no interior da protomatéria, mas da estrutura inteligível de tais relações para nós.

¹⁷² FAITANIN, 2001b, p 58.

- A protomatéria não foi criada absolutamente informe, porém é ser em potência;
- Simultâneo à criação da protomatéria com os com α -objetos foi concriado o tempo;
- A protomatéria foi criada apta a receber uma quantidade indeterminada, mas não infinita, de formas específicas e diversas, de modo posterior e sucessivo;
- Todas as formas naturais simples que detectamos como estruturas fundamentais da matéria *qua* fenômeno (“matter”) foram eduzidas da potência da protomatéria;
- A educação de formas específicas da potência da protomatéria consiste numa seqüência de estados de α -objetos na essência da protomatéria, estados que se estabelecem por meio das sucessivas alterações das qualidades desses α -objetos no interior da essência da protomatéria;
- A protomatéria é o ser mais comunicável entre todos os entes naturais por sua essência encontrar-se, como *ser em potência*, na essência de cada um deles; portanto, os α -objetos que dão o mínimo de ser à protomatéria são comunicáveis a todos os entes naturais. A razão da comunicabilidade da protomatéria e dos α -objetos reside em que seu ser mínimo é ser em potência; caso possuíssem alguma perfeição em ato seriam em si mesmos incomunicáveis*.

Os pontos anteriormente perfilados fundamentam-se em quatro razões pelas quais se justifica que a matéria primeira (protomatéria) foi informada em sua essência por diversas (em número finito) formas elementares (α -objetos), segundo Tomás de Aquino¹⁷³:

* A incomunicabilidade de algo decorre do fato de este algo possuir alguma perfeição atual, p. ex., ao momento magnético dos férmions está associado seu spin, que é um número fracionário; ora, sendo algo já quantificado espaço-temporalmente, designa uma perfeição específica dos indivíduos fermiônicos. Na medida em que expressa, *sub rationis quantitate*, uma perfeição destes indivíduos, não está designada pelo mesmo valor a outro grupo de indivíduos, os bósons; estes últimos possuem momentos magnéticos associados a spins inteiros.

¹⁷³ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Comentário ao Livro V de la Metafísica de Aristóteles*, n.795-798. A única diferença na exposição dessas razões entre nosso texto e os de Tomás no comentário à

1. Os α -objetos são, em razão de sua natureza elementar, *causa ex quo*, ou seja, são a *causa material* de todos os corpos.
2. Além de causa material, os α -objetos são o princípio constitutivo primeiro de todos os corpos materiais.
3. Os α -objetos são intrínsecos às essências das coisas corpóreas, visto que devem permanecer presentes intrinsecamente nas essências das coisas das quais são elementos constitutivos.
4. Cada α -objeto possui uma determinação, isto é, possui um caráter elementar, com *perfeição* própria, pelo qual difere de outro α -objeto no interior da essência da protomatéria.

Devemos, por fim, aduzir algumas considerações acerca da *natureza*^{*} da protomatéria. Em primeiro lugar, a protomatéria não é um ente de razão, pois vimos que ela possui um caráter entitativo, é um ente real, ainda que ser em potência, dado pelos α -objetos em seu interior. Poderíamos pensar então que dado o caráter entitativo da protomatéria, o conceito que dela temos é tão-somente um *universal*, abstraído de sua essência real. No entanto, a protomatéria não é um indivíduo e, portanto, não se trata de um conceito predicado de muitos, ou de um só, neste caso. A protomatéria é sujeito comum, como vimos, de todos os entes naturais, pois está em potência para receber as diversas formas específicas das coisas, e os α -objetos que informam a protomatéria não lhe atribuem um caráter entitativo específico, não lhe determinam como um ente particular, pois de outra forma não poderia ser sujeito de todas as formas específicas corpóreas, e mesmo da forma do espaço-tempo, na medida em que este seja definido como o ente fundamental no qual são projetadas as formas específicas dos entes naturais. Os escolásticos propuseram uma terminologia adequada para designar a diferença essencial entre a protomatéria, ser real, concreto, mas não específico, e a matéria comum, ou inteligível, universal, ente teórico[†] que nos permite reconstruir racionalmente a estrutura física do real, rastreado pela ciência experimental: a

Metafísica de Aristóteles de Tomás reside na terminologia: α -estado por *elementum*, e *protomatéria* por *materia prima*.

* Conquanto se tome usualmente essência e natureza por sinônimos, cabe fazer uma distinção relevante aqui: *natureza* é aquilo pelo qual um certo ente natural é ativo, opera, interage; *essência* é aquilo pelo qual um certo ente é estável, possui consistência, é o que é e não outra *natureza*.

† Como o são as supercordas, ou o campo gravitacional, ou os *wormholes* da gravitação quântica.

protomatéria é *materia ex-qua*, a saber, sujeito comum de todas as formas específicas presentes na natureza, ou dito de outra maneira, substrato real *a partir do qual* são projetadas no espaço-tempo as formas específicas; por outro lado, a matéria inteligida pela ciência nos entes naturais é *materia in-qua*, a saber, um universal que especifica *aquilo que* é projetado no espaço-tempo¹⁷⁴.

Ora, para Tomás, o primeiro sujeito da geração e da corrupção substancial é a protomatéria, na qual se fundamenta toda a produção dos corpos[‡]. Além do mais, a produção da protomatéria não pode ser feita a partir da protomatéria, pois “da matéria não se extrai a matéria”.¹⁷⁵ Isto significa dizer que não há uma causalidade* específica da protomatéria senão que ela é o primeiro sujeito a partir do qual (ex-qua) os corpos foram extraídos. Ademais, a protomatéria, na medida em que está em potência para receber qualquer forma específica, “não pode desaparecer enquanto tal, porém deve necessariamente estar isenta tanto de corrupção quanto de geração”.¹⁷⁶ Isto quer dizer que a protomatéria é algo “criado”, pois nela mesma não pode ter seu início, senão a partir do não-ser (nada), nem em si mesma seu término, senão no não-ser,

Pois o que chamo matéria [protomatéria] é precisamente o sujeito último, subjacente, comum a todas as coisas da Natureza, pressuposto como seu constituinte substantivo, não acidental. E mais, a destruição de uma coisa significa o desaparecimento de tudo o que a constitui à exceção exatamente deste mesmo último sujeito subjacente cuja existência é pressuposta, e caso este fosse destruído, então a coisa que o pressupõe teria sido com ele destruída antecipadamente, antes mesmo que viesse a existir.¹⁷⁷

Por outro lado, deve-se ter em conta que a protomatéria, sujeito comum da geração e corrupção, nunca se apresenta sem estar associada a alguma forma¹⁷⁸.

¹⁷⁴ Cf. FAITANIN, 2001b, p. 82-85.

[‡] Por educação, conforme vimos.

¹⁷⁵ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Sobre la Naturaleza de la Materia y las Dimensiones Indeterminadas*, p. 49.

* Sob a perspectiva ontológica das quatro causalidades constitutivas dos entes naturais: causalidades eficiente e final (extrínsecas aos entes) e causalidades formal e material (intrínsecas aos entes); ou seja, a protomatéria não é gerada por quaisquer das quatro causas.

¹⁷⁶ Cf. ARISTÓTELES, *The Physics*, I c9 192 a 26-35.

¹⁷⁷ Id.

¹⁷⁸ Cf. TOMÁS DE AQUINO, *Sobre la Naturaleza de la Materia y las Dimensiones Indeterminadas*, p.52: “E sendo a geração o término da ação física, quer dizer, da alteração, a qual requer sempre um sujeito que exista em ato, a causa da natureza do movimento, requer também que a matéria, que é sujeito da geração, nunca exista sem forma”.

Portanto a protomatéria, por estar despojada de formas específicas, não é, em si mesma, cognoscível[†], a não ser por meio de uma forma especificante; daí que Tomás afirma ser “necessário conhecer primeiro a forma e por meio dela investigar a natureza da matéria”.¹⁷⁹ Por isso, em nossa proposta de uma álgebra ontológica haverá o recurso freqüente à inteligibilidade das formas que são co-princípio, junto com a protomatéria, da natureza dos entes reais. Ademais, a formulação de um modelo algébrico para a teoria hilemórfica baseia-se no fato concreto dos entes sub-microscópicos* se constituírem em uma composição de protomatéria e de forma substancial específica que lhes permitem possuir dimensões espaço-temporais e “existir aqui e agora, na medida em que são demonstráveis aos sentidos [ou a nossos dispositivos de medição]”¹⁸⁰, porque, segundo Tomás, “é impossível que a forma seja recebida na matéria sem que se constitua o corpo [...] cuja marca são as dimensões elas mesmas”¹⁸¹. Como entende então Aquino que os entes naturais possam ser gerados fisicamente, segundo uma linha de causalidade material, a partir da protomatéria? Uma primeira observação que nos faz o autor é a de que qualquer transformação que ocorre na natureza não altera a essência da protomatéria, pois quando se considera que esta última é o sujeito comum de todas as mudanças substanciais, este sujeito comum, isto é, a protomatéria, permanece em si mesmo (em sua essência) inalterado, e por isso é possível às mudanças ocorrerem na natureza e serem epistemicamente abordadas por meio de mecanismos explicativos que são formulados através de padrões e de leis naturais. A presença desses padrões e leis naturais permite a abordagem epistêmica dos fenômenos naturais e o estabelecimento de relações de causa e efeito porque há um sujeito que não se altera nas interações que ocorrem na natureza, e que funciona como um *princípio de conservação metafísico*, subjacente às interações.

[†] Ou seja, não é cognoscível absolutamente, mas o é relativamente, pois um dos intentos principais de nosso trabalho é justamente apresentar um modelo mínimo, se podemos dizer assim, de inteligibilidade da matéria (protomatéria, relembrando), i.e., um modelo minimal de cognoscibilidade para a *essência* da matéria.

¹⁷⁹ Ibid., p. 54.

* Não obstante este raciocínio aplicar-se *mutatis mutandi* aos demais entes presentes na natureza, não importa o quão complexos sejam do ponto de vista de sua composição, enfocaremos, em nosso estudo, os entes “mínimos”, a saber, aqueles que se constituem sob o ponto de vista da ciência na estrutura fundamental da matéria.

¹⁸⁰ Ibid., p. 57.

¹⁸¹ Ibid., p. 58.

Em segundo lugar, Tomás entende que o ente natural (ou composto) é “o resultado da mutação da matéria para a forma que ela possuía em potência”¹⁸², e que tal ocorre segundo uma direcionalidade presente na natureza, isto é, que há aspectos teleológicos, segundo uma perspectiva de causalidade final[†], mediante os quais todos os entes criados, incluindo a protomatéria, atuam na direção de seu auto-aperfeiçoamento, a saber, na direção de buscar realizar uma perfeição que ainda não possuem atualmente. A protomatéria possui igualmente uma potência, e uma potência extraordinária, máxima, justamente por ser ente em potência, que “se refere à sua perfeição própria [atingida] por meio da forma [substancial] e da diversidade das partes que constituem o composto [o ente natural]”¹⁸³. Por conseguinte, a protomatéria está dotada de uma amplitude potencial máxima, abarcando simultaneamente todas as formas, quer as elementares (α -objetos), que as especificadoras, que são as formas substanciais dos entes naturais a serem eduzidas por algum agente suficiente*. Ademais, a protomatéria não é dotada de qualquer tipo de diversidade que se estabeleça por meio de dimensões como, por exemplo, alguma “distância” mensurável entre quaisquer dos α -objetos em seu interior, ou algum tipo de disposição e configuração espacial dos mesmos, etc. Isso decorre de nossa proposta de a estrutura espaço-temporal do mundo ser, ela mesma, um estado fundamental eduzido da protomatéria, pela qual os ω -objetos já estão dotados de propriedades mensuráveis quando projetados no estado fundamental. Entendemos que isto é corroborado pelo seguinte texto do Aquinate:

O fato de que diversas formas podem ser recebidas, simultaneamente na matéria, como são as quatro formas elementares[†] e as diversas formas dos compostos,

¹⁸² Ibid., p. 66.

[†] Que não será abordada especificamente neste trabalho, por não contribuir de forma relevante para os objetivos que temos em vista.

¹⁸³ Ibid., p. 67.

* Novamente: para fins dos objetivos deste trabalho, não cabe investigar a natureza deste agente suficiente que eduz as formas específicas, mas tão-somente propor um mecanismo suficiente para sua educação desde o interior da protomatéria.

[†] Tomás segue Aristóteles no que se refere à existência de quatro elementos que compõem a causalidade material dos entes naturais: ar, terra, fogo e água; no entanto, o Aquinate nos chama a atenção para o fato de que não é enquanto entes específicos, substâncias, como pensavam os antigos físicos pré-socráticos, que estes elementos estão na essência da protomatéria, mas enquanto “formas elementares”, não específicas, pois “[Os antigos físicos] ensinavam ser a matéria prima algum corpo em ato, como o fogo, o ar, a água ou um corpo médio. Onde resultaria que o vir-a-ser não seria senão o alterar-se. Porque essa forma precedente, dando o ser atual, no gênero da substância, e tornando o ser tal e não tal outro resultaria que a forma superveniente [específica] não causaria simplesmente *o ser* atual, mas *um* ser atual, o que é próprio à forma accidental; e portanto as formas seguintes seriam acidentes, em relação aos quais não há geração,

ocorre a partir da amplitude proporcional da própria matéria com respeito a suas formas e não por causa de alguma diversidade que pré-existisse na matéria em razão de alguma quantidade. Donde se pode concluir que para a recepção das diversas formas não é necessário que pré-exista na matéria alguma diversidade de partes, porém é necessário que lhe suceda [à recepção das formas], e isso porque a introdução de diversas formas é a geração de diversos compostos, possuidores de diversas partes, tal como já dito.¹⁸⁴

A saber, após a educação já há a composição simultânea[‡] de matéria e forma específica que resulta nos diversos entes naturais. A partir de então, com a forma natural projetada no espaço-tempo, temos partes quantificadas, ou seja, os entes elementares que constituem a estrutura epistêmica fundamental da matéria assinalada* já possuem existência quantificada espaço-temporalmente, situando-se em algum “lugar” segundo a topologia local do espaço-tempo, além de lhes estarem associadas propriedades mensuráveis tais como massa, momento magnético, carga, energia cinética etc. Por outro lado, as formas naturais (*NF* ou *NF_i*) não são inseridas desde o exterior, ou seja, desde fora da protomateria mas são eduzidas de sua potencialidade, como vimos, pois,

As formas não são dadas a partir de fora, senão extraídas da potência da matéria, por meio de uma transmutação própria [...] e é impossível pôr na matéria qualquer divisão prévia à forma substancial, pois a introdução da forma substancial é a geração do próprio composto [ω -objetos], o único que essencialmente possui partes”¹⁸⁵.

mas alteração. Portanto, deve-se dizer que a matéria prima nem foi criada completamente sem forma, nem com forma comum, senão com formas distintas [as formas elementares ou α -objetos]” (TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q66 a1 sol).

¹⁸⁴ TOMÁS DE AQUINO, *Suma Teológica*, I^a q66 a1 sol.

[‡] Essa simultaneidade de que falamos não está sujeita à relatividade de referenciais; trata-se de uma simultaneidade “metafísica” e não “física”; esta última, sim, está sujeita aos postulados relativistas e sujeita à localidade espaço-temporal (abordamos esta última no quarto capítulo). Uma abordagem excelente acerca do conceito de simultaneidade, na teoria da relatividade e em filosofia, encontra-se em MARITAIN, 1924, Appendice III, p. 346 -371.

* Não estamos particularmente preocupados se a tratativa presente, e futura, penderá numa direção (partículas) ou noutra (campos), ou noutras ainda em desenvolvimento (cordas, membranas, etc.), ou ainda como uma composição delas. Em quaisquer dos casos, a análise empírica da realidade, desde alguma teoria bem-sucedida experimentalmente e aceita pela comunidade científica, implica algum tipo de composição da qual emirja a corporeidade, e esta corporeidade se nos apresenta como um fenômeno espaço-temporal, ao fim e ao cabo.

¹⁸⁵ TOMÁS DE AQUINO, *Sobre a Natureza de la Matéria y las Dimensiones Indeterminadas*, p. 68-69.

Ademais, as alterações que se sucedem no interior da protomatéria se dão sem concurso do movimento local, isto é, são modificações *instantâneas*, porquanto “o ente em potência [a protomatéria] somente pode alterar-se subitamente, já que sua ação não é movimento nem término de movimento, visto que este último requer sempre um sujeito que existe em ato, e esta atualidade não se encontra em nenhum lugar da matéria prima”.¹⁸⁶ Este ponto que sustenta Tomás é relevantíssimo, pois nos libera de buscar no modelo algébrico algum tipo de dependência temporal nas interações dos α -objetos no interior da protomatéria.

¹⁸⁶ Ibid., p. 52.