

gunta mais, com Kant - o que é uma coisa? - mas antes, como Har-
tmann já havia antecipado desde 1950 em sua teoria especial das
categorias⁽¹⁸⁾ e Heidegger num de seus últimos livros⁽¹⁹⁾, pois bem, o
que ela pergunta hoje é: qual é a morfologia? ou em que consiste
essa morfologia?

É evidente, pois, o aporte metodológico da morfogênese de
Thom. Visto por este ângulo, toda a **ratio cognoscendi** do método
científico consiste no exame macroscópico da morfogênese de um
dado processo, concomitante a uma investigação local e global de
suas descontinuidades (singularidades), com o objetivo de tentar
reconstruir a dinâmica oculta que gera esse processo⁽²⁰⁾.

4. Thom e a teoria das formas de Platão

É surpreendente como o pensamento de Thom se aproxima
da teoria das Formas de Platão e da teoria da ciência de Aristóte-
les. A explicação completa disto tornaria este texto demasiadamen-
te complicado, mas vale a pena esboçá-la sucintamente, ainda que
correndo o risco de omitir alguns detalhes que constituem justa-
mente a beleza ontológica da morfodinâmica.

Como fundamento e ponto de partida do enfoque morfo-
dinâmico de Thom encontra-se um teorema aparentemente ino-
cente demonstrado por um matemático norteamericano em 1955,
Hassler Whitney, em que ele dá uma descrição exaustiva das singu-
laridades de aplicações genéricas de variedades de dimensão 2 so-
bre variedades de dimensões 2 - por exemplo, a projeção de uma
superfície esférica sobre um plano. Como observa Arnold, essas
projeções de superfícies "suaves" (quer dizer, intuitivamente, inte-
riças, sem descontinuidades) em um plano estão por toda a parte
ao redor do observador. Não somente os objetos à nossa volta
estão delimitados por superfícies suaves, mas seus próprios contor-
nos visíveis representam projeções dessas superfícies delimitadoras
sobre o palmo de nossa retina. Quando examinamos o rosto de al-
guém, por exemplo, tentamos identificar uma "fisionomia", esta-
mos, de fato, analisando singularidades dos contornos visíveis desse
rosto. Essas singularidades são captadas pela nossa mente a partir
das projeções desses contornos sobre o plano da retina. Aí está
o nó da questão: o que se passa no plano (o "espaço de controle"
de um sistema, por definição acessível à observação direta) é o re-
flexo do que se passa na superfície projetada (o "espaço substrato",

que contém a dinâmica subjacente do sistema, em geral oculta). As-
sim - e tal como no mito de Platão -, as coisas que vemos consti-
tuem, no fundo, reflexos de coisas que não vemos. O próprio Thom
se encarrega de mostrar a significação ontológica deste fato: "(. . .)
para chegar ao ser, é preciso multiplicar por um espaço auxiliar e
definir neste espaço produto o ser mais simples que, por projeção,
dá origem à morfologia observada"⁽²¹⁾. Mas não é só a teoria das
Formas de Platão que resulta surpreendentemente reabilitada pela
morfodinâmica de Thom. É também toda a metafísica e a teoria do
conhecimento de Aristóteles que ressurgem das cinzas acumuladas
por três séculos de modernidade. Como já está bem estudado, a
teoria da ciência de Aristóteles está na origem tanto daquela como
desta. De fato, como os **Analíticos Posteriores** deixam claro, as
ciências particulares são incapazes de fundar seus próprios princí-
pios básicos sem que caiam numa regressão infinita ou em um cír-
culo vicioso. Aí reside precisamente o ponto fraco das ciências - um
tema que Husserl haveria de desenvolver à exaustão numa de suas
últimas obras⁽²²⁾, e que não escapou a Aristóteles nos **Analíticos**.
Ora, a alguma instância do saber deverá estar reservada a tarefa de
examinar e provar esses princípios que as ciências aceitam sem de-
finição e/ou demonstração. Essa instância, segundo Aristóteles,
corresponde justamente à metafísica. Como se vê, o Estagirita já se
preocupava com a discussão do que hoje nós chamamos de funda-
mentos da física e fundamentos da matemática. Neste sentido, po-
de-se dizer que ele antecipou também a própria fenomenologia, na
medida em que Husserl a queria uma ciência pura dos fundamentos
de todas as ciências. Como de resto antecipou a crítica kantiana,
quando Kant refere-se aos "princípios metafísicos das ciências da
natureza"; ou Gauss, com sua "metafísica das matemáticas"; ou
ainda Cournot, com sua "metafísica do cálculo infinitesimal". Em
nossos dias, a metafísica passou a ser encarada como um saber que
se interessa pelo suprasensível, em contraposição às ciências físicas,
que são ciências do sensível. Isto mostra o verdadeiro espírito ori-
ginal da metafísica aristotélica que, enraizada na teoria das Formas
de Platão buscava os princípios do sensível no suprasensível⁽²³⁾. Isto
corresponde precisamente ao enfoque metodológico da morfo-
dinâmica de Thom. Há que considerar também, neste mesmo con-
texto, a teoria geral da mudança de Aristóteles, englobando o mo-
vimento local, a mudança qualitativa (teoria hilemórfica) e a mu-
dança substancial (geração e corrupção), que havia desaparecido dos

cânones metodológicos desde a revolução operada por Descartes e Galileu no século XVII e que é resgatada pelo conceito de “desdobramento universal” de uma singularidade, o qual conduz ao já célebre “teorema da classificação” de Thom. Já Whitney havia demonstrado que, na projeção de superfícies sobre planos só duas singularidades são realmente estáveis, todas as demais sendo instáveis e desaparecendo com pequenas deformações impostas sobre o objeto projetado. A estas singularidades ele chamou de “dobra” e “cúspide”, sendo esta última a mais importante pela sua virtual ubiquidade. A forma da cúspide corresponde à da parábola semicúbica. De um modo geral, singularidades mais complicadas podem sempre ser decompostas em singularidades elementares por meio de pequenas “deformações” dos objetos, o que torna a cúspide, ou melhor, a catástrofe cuspidal capaz de aplicação universal, prestando-se à descrição de fenômenos tão diversos quanto a condução dos impulsos nervosos, o mecanismo de agressão no comportamento animal, o funcionamento do músculo cardíaco, a transição de fase líquido/gás em termodinâmica (por sinal a equação de Van der Waal corresponde a uma superfície de catástrofe cuspidal em que a temperatura e a pressão comparecem como fatores de controle da densidade), as cáusticas luminosas, formadas pela reflexão ou refração da luz (de que o arco-íris, verdadeira integração de incontáveis superfícies cônicas cáusticas produzidas por cada gotícula de vapor d’água na atmosfera, constitui um belo exemplo), a análise de ondas de choque em aerodinâmica, o desenvolvimento de um embrião, a construção de modelos metabólicos, a análise dos chamados limiares de custo em planejamento urbano -, enfim, inúmeras aplicações, onde quer que o observador se depare com uma morfologia determinada. Até mesma a explicação de um provérbio popular, como por exemplo - “devagar, que estou com pressa” -, combinando de maneira aparentemente desconcertante um par de contrários, pode ter a sua morfologia decifrada por uma catástrofe do tipo cúspide. Como plano de controle nesta morfologia temos os dois fatores que entram em conflito - a pressa e habilidade do sujeito que invoca o provérbio -, donde se percebe claramente o interesse desta explicação morfológica para a psicologia e a sociologia, que lidam com modelos de explicação das habilidades adquiridas e de conciliação ou superação de conflitos. Mas o mais surpreendente em todo este desenvolvimento, entrelaçando ontologia e geometria, é o teorema da classificação, que é de 1969, o qual estabelece

que, mantida a hipótese do *continuum* tetradimensional, existem apenas 7 padrões locais de singularidades na natureza - ou seja, 7 tipos fundamentais de catástrofes -, responsáveis por toda criação ou destruição de formas. Essas catástrofes elementares são de dois tipos gerais, correspondentes a formas estáveis fundamentais (arquétipos, poderíamos dizer): catástrofes cuspidais (a “dobra”, a “cúspide”, o “rabo de andorinha” e a “borboleta”); e catástrofes umbílicas (“umbílico hiperbólico”, “umbílico elíptico” e “umbílico parabólico”).

A ontologia que emerge da morfogênese de Thom, como a reforçar a tese das raízes platônicas e aristotélicas da ontologia hegeliana - um fato já notado por Popper⁽²⁴⁾ e Hartmann⁽²⁵⁾ - será uma teoria da realidade que repousa sobre a categoria de conflito, vindicando a metafísica de pré-socráticos como Anaximandro e Heráclito, como também de pensadores modernos da linha de Espinoza, Goethe, Hegel e Spengler.

De fato, uma morfologia, no sentido de Thom, é sempre dada pelo conflito de pelo menos dois “atratores” estáveis. Atratores são “bacias” de estabilidades definidas no campo de variação de um sistema. Isto tem, realmente, tudo a ver com a nossa intuição do que seja uma forma. Werner Heisenberg, comentando em notas biográficas os motivos que o fizeram escolher a física (na época ele era músico, aliás um excelente pianista) interpreta bem este enfoque: “(. . .) Um problema interessante aparece agora no (. . .) campo da física atômica. Aqui teremos de nos enfrentar com a questão fundamental acerca da razão pela qual o mundo material manifesta qualidades e formas que se repetem continuamente”⁽²⁶⁾. Ora, essas formas que persistem ao longo das transformações naturais, correspondem aos objetos, e sabemos que todo objeto pode ser representado por um atrator de um sistema dinâmico⁽²⁷⁾. Se a forma é estável, como acontece, por exemplo, com um objeto físico, isto se dá justamente porque o atrator correspondente é estável. Todo processo de criação/destruição de formas - ou geração/corruição, na teoria da mudança de Aristóteles -, numa palavra, toda morfogênese consiste fundamentalmente numa passagem de um atrator, correspondente à forma inicial do processo, para outro atrator, correspondente à forma final. Diz-se, em morfologia que este último atrator captura o primeiro, e nisto consiste essencialmente a catástrofe que define o processo. Dependendo da complexidade deste, as catástrofes poderão ser transições de um atrator a outro, ou de

um grupo de atratores a outro. Esta noção de grupo de atratores é muito importante em morfodinâmica, dado o natural interesse em biologia, em psicologia, história, antropologia e lingüística, por exemplo, em processos cuja grande complexidade torna a sua análise pelos métodos tradicionais simplesmente proibitiva. Um grupo de atratores, considerado num contexto dinâmico, isto é, numa perspectiva temporal, constitui o que Waddington⁽²⁸⁾ denominou de **creodo** - verdadeiras "ilhas" de estabilidades estrutural definidas no campo de um sistema dinâmico. Em geral, todo processo, natural ou cultural *lato sensu*, se decompõe em creodos. O conjunto desses creodos, numa morfologia, obedece a uma sintaxe multidimensional que, associada a uma função codificadora, constitui o modelo semântico da morfogênese. Os creodos são, portanto, as "palavras", na "linguagem" multidimensional da morfodinâmica, o "significado" dessas palavras sendo dado pela topologia dos atratores associados e pelas catástrofes que eles experimentam ao longo do processo.

5. As formas significantes e a teoria dos catástrofes

Chegamos, assim, a um dos resultados mais belos da ontologia geométrica de Thom: as formas são, antes e acima de tudo, formas significantes - e a significação profunda de uma forma só pode ser conhecida pela catástrofe (ou catástrofes) que criam ou destroem essa forma.

A morfodinâmica constitui, portanto, do ponto de vista filosófico, uma semântica e uma hermenêutica da forma.

A partir deste ponto-de-vista, verifica-se que todo o programa metodológico da epistemologia científica - a chamada explicação científica - resume-se, ao fim e ao cabo, em explicar uma morfologia empírica, mediante a interpretação das discontinuidades que ocorrem no seu espaço substrato, como também da interpretação das condições de estabilidades dessas discontinuidades.

Não estamos muito distantes, aqui, daquilo a que Kuhn chama de "revolução científica" - uma mudança de "paradigma", uma vasta reorientação no modo de pensar da "ciência normal"⁽²⁹⁾. A morfodinâmica, enquanto semântica e hermenêutica da forma, coloca em terreno comum as ciências naturais e as ciências em que a compreensão - e, portanto, a significação - sobrepõe-se à explicação nomológica, numa palavra, as ciências humanas. Da "lógica

do sentido" de um Deleuze, por exemplo, já se pode passar suavemente para uma "física do sentido" - que corresponde precisamente ao título de um livro mais recente de Thom (*Semiophysique*)⁽³⁰⁾. O caráter revolucionário desta "naturalização" do problema da significação, aliás antevista por C.S. Peirce no fim do século passado, reside no fato por demais importante de que a morfodinâmica estende, talvez pela primeira vez em bases sólidas e objetivas, uma ponte sobre o que Seymour Pappert se queixava de ser "o grande fosso" entre as **duas culturas** - as ciências da natureza e as humanidades. A morfodinâmica, enquanto hermenêutica da forma, amplia e enriquece o conceito de natureza, libertando-o do grilhão secular que a física mecanicista e naturalista lhe impôs, ao mesmo tempo que abre vistas a um anova fenomenologia capaz de integrar as ciências humanas às **hard sciences** sem os conhecidos perigos empiristas e positivistas. É que as discontinuidades qualitativas responsáveis pela sucessão das formas podem ocorrer em qualquer tipo de espaço substrato, quer dizer, esse substrato tanto pode ser um substrato material - como é o caso nas ciências da natureza -, como pode muito bem ser um substrato semântico, ou qualquer substrato mental. Thom e Petitot demonstraram à exaustão que há dinâmicas mentais, e que aquilo que denominamos de significados, ou entidades dotadas de significação, constituem atratores e creodos da nossa dinâmica mental. A problemática da significação, em lingüística, corresponde perfeitamente à topologia do atrator, em morfodinâmica. Assim é que a noção de "conceito", que já havia recebido das mãos de G. Frege no final do século XIX uma definição matemática rigorosa - como uma função (matemática) de tipo especial ou, se se quer, uma fórmula contendo uma variável livre que assume o valor verdadeiro (V) ou falso (F) quando se substitui essa variável por uma constante -, pois bem, agora o conceito reaparece sob a nova ótica morfodinâmica como uma morfologia espaço-temporal bem definida, cuja dinâmica subjacente é dada por uma catástrofe elementar cujo espaço substrato vem a ser a própria consciência. Mais uma vez é Hegel quem é vindicado pelo novo enfoque morfológico. Na primeira parte da **Ciência da Lógica**, que corresponde mais fielmente à ontologia hegeliana, a dialética do conceito apresenta-o fundamentalmente como uma forma dinâmica. Hegel já havia estabelecido na **fenomenologia do Espírito** que as formas fenomenais do objeto correspondiam às formas fenomenais do sujeito, identificando, assim, no processo de objeti-

vação, as transformações operadas na consciência com as transformações do objeto dessa mesma consciência. Ao longo desse processo algo permanece - o conceito. Mas então cabem duas perguntas principais. A primeira: como pode o conceito, que desde Platão se tem na conta de uma unidade fixa - portador que ele é de uma essência -, conter o dinamismo dessas transformações fenomênicas? A resposta de Hegel, como se sabe, é que não pode. O conceito há de ser, antes, uma unidade móvel, uma forma dinâmica. Daí o que ele chamava de o pensamento "dialético-especulativo" exigir do sujeito, neste primeiro momento da *ratio* da dialética, um **esforço conceptual**, para o sujeito poder captar a face fluida do conceito, indo portanto além dessa "face de esfinge" rígida, se não morta, que ele normalmente lhe apresenta. A segunda leva-nos diretamente ao nó da questão: se o conceito é apreendido nesta sua fluidez dialética, que reflete as transformações do seu referente *in re*, o que nele poderia permanecer idêntico? Há algumas respostas óbvias e imediatas, como por exemplo: o sujeito que concebe o conceito; ou o objeto formal mediante o qual o sujeito considera o objeto na apreensão da idéia, etc. - respostas, infelizmente, todas triviais. Apenas uma resposta, que coincide justamente com a de Hegel, é não trivial, tendo, ao contrário, se demonstrado riquíssima de conteúdo. Para bem a compreendermos teremos, no entanto, de fazer um leve "esforço conceptual". . . Um conceito, do ponto de vista do seu conteúdo, é determinado por um conjunto de notas. Esse conjunto está longe de ser fixo, isto é, de ter um efetivo constante, pois um mesmo conceito pode ser sujeito de predicados diferentes. Cada novo juízo sintético pode - e geralmente o faz - acrescentar uma nova nota ao conceito, como pode também fazer caducar outras notas. Mas, nesse movimento dialético do conceito algo permanece idêntico - a estrutura da sua *intensão* (equivalente à compreensão na terminologia de Port-Royal) ou, em outros termos, a rede de conexões entre suas notas, que dá ao conceito o seu caráter de sistema. Numa palavra: o que Hegel já divisava em sua ontologia dialética era este fato crucial, que é o de ser o conceito, antes e acima de tudo, uma forma exatamente como Thom redescobre hoje através da aplicação da morfodinâmica à semântica.

Não estamos aqui diante de meras coincidências, ou de ilusões geradas por uma reinterpretação vesga do passado em função das condições do nosso presente. Trata-se da história concreta do desenvolvimento de uma idéia, talvez tão velha quanto o

próprio homem, que une como o cordão de um colar as diferentes concepções do mundo desde a Antigüidade até nossos dias. Tanto a palavra grega *kosmos* quanto a sua versão latina, *mundus*, referem-se a um princípio de ordem da realidade - forma, portanto -, que substituiu as duas palavras utilizadas por Platão e Aristóteles, *morphè* e *eidos*, a primeira das quais aplicava-se primariamente às formas sensíveis, e a segunda às formas conceptuais.

6. Conclusão

Como vimos, a morfodinâmica contemporânea, no que realiza o sonho de Hegel e de Einstein, estabelece uma linguagem comum entre estas duas espécies fundamentais de forma - por um lado, solidária à teoria da relação que leva Hegel, em sua ontologia, a considerar o mundo um "sistema de formas único e conexo", ao mesmo tempo que, na *Fenomenologia*, expõe a sucessão das formas ou fenômenos da consciência até alcançar o "saber absoluto"; e por outro lado, legitimando a visão central da geometrodinâmica de Einstein, segundo a qual toda teoria física supõe uma geometria subjacente, dada por um grupo de invariância (no caso, um grupo de relatividade, ou grupo das isometrias do *continuum* espaço-tempo).

Quando um sonho vira, assim, realidade, os filósofos sabem que o espírito humano chega mais perto da verdade, muito embora a busca deva continuar para sempre. Com um pouco de sorte e boa vontade, daqui por diante eles estarão cada vez menos sós, na medida em que os cientistas começarem a tráfegar pela "ponte" que o próprio progresso da ciência se encarregou de lançar sobre as "duas culturas".

BIBLIOGRAFIA

- (1) Focillon, Henri - *The life of Forms in art*. New Haven, Yale University Press, 1942: "A work of art is and exists only in so far as it is form" (p. 2).
- (2) Dieudonné, J. - *Pour l'honneur de l'esprit humain - Les mathématiques aujourd'hui*. Paris, Hachette, 1987.
- (3) Popper, K.R. - *Conjectures and Refutations - The Growth of Scientific Knowledge*. Basic Books, 1962, Chapter 2.
- (4) Thom, R. - *Stabilité structurelle et morphogénèse - Essai d'une théorie générale des modèles*. Mass., W.A. Benjamin, 1972.

- (5) Citado por Lancelot Whyte, em **Atomisme, Structure et Forme**, Chap. I, de Gyorgy Kepes (ed.) - **La structure dans les arts et dans les sciences**, La connaissance, bruxelles, 1967, p. 20. Kepes foi um pintor e "designer" húngaro, levado aos Estados Unidos para dirigir o Departamento de Luz e Cor do Instituto de Design da Universidade de Chicago.
- (6) Thom, R., ob. cit., nota 4, p. 11.
- (7) Thom, R., ob. cit. p. 1.
- (8) Thompson, D'Arcy - **On growth and Form**. Abridged edition. Cambridge University Press, 1961, pp. 72-72.
- (9) Barrow, J. D. - **The Left Hand of Creation - The Origin and Evolution of the Expanding Universe**. N. York, Basic Books, 1983, p. 147.
- (10) Bunge, M. - **Teoria e Realidade**. S. paulo, Perspectiva, 1974, p. 231.
- (11) Abraham, R. & Marsden, J.E. - **Foundations of Mechanic**. Addison Wesley, 2nd Ed. California, Rdwood, 1985.
- (12) Ver L wdin, Per-Olov - **Some Aspects of Objectivity and Reality in Modern Science**, in **Foundations of Physics**, Vol. 22, Nº 1, January 1992, pp. 41-104. L wdin é professor emérito da Universidade de Uppsala, Suécia, agora dirigindo o **Quantum Theory Project**, do Departamento de Química e Física, da Universidade de Flórida, USA.
- (13) Ver Maciel, J. - **Atualidade da Cosmologia Platônica**. **Revista Brasileira de Filosofia**, Vol. XXVI, Fasc. 104, pp. 436-459, S. Paulo, 1976.
- (14) Thom, R., ob. cit., pp. 15-16.
- (15) Rouse Ball, W. W. - **On Newton's Classification of cubic Curves**, **Proceedings of the London Mathematical Society**, Vol. XXII, Nº 407, pp. 104-143, London, 1890.
- (16) Arnold, V. e Varchenko, A., Goussein, S., Zadé - **Singularités des applications Différentiables**. Moscou, Éditions MIR, 1982.
- (17) Arnold, V. - **Catastrophe Theory**. N. York, Springer-Verlag, 1983.
- (18) Hartmann, N. - **Ontologia - Filosofia de la Naturaleza, Teoria Especial de las Categorías (categorías organológicas)**. México. Fondo de Cultura Económica, 1986, vol. IV.
- (19) Heidegger, M. - **Que é uma coisa? - Doutrina de Kant dos Princípios Transcendentais**. Lisboa. Edições 70, 1992.
- (20) Thom, R., ob. cit. p. 7.
- (21) Thom, R. - **Parábolas e Catástrofes**. Lisboa. Dom Quixote, 1985, p. 111.

- (22) Husserl, E. - **La Crise des Sciences Européennes et la Phénoménologie Transcendentale**. Paris. Gallimard, 1989.
- (23) Beth, E. W., **Les Fondements Logiques des Mathématiques**. Paris. Gauthier-Villares, 1955.
- (24) Popper, K.R. - **The Open Society and its Enemies**. N. Jersey. Princeton University Press, 1950, especialmente Cap. 11, pp. 199-222 e respectivas Notas, pp. 613-641.
- (25) Hartmann, N. - **A Filosofia do Idealismo Alemão**. Lisboa. Gulbenkian, 1983, pp. 340 e ss.
- (26) Heisenberg, W. - **Páginas de Reflexão e Auto-Retrato**, Cap. 1, p. 29 e ss. Lisboa. Gradiva, 1990.
- (27) Thom, R. **Stabilité structurelle et morphogénèse**, ob. cit., pp. 320-321
- (28) Waddington, C.H. (1905-1975), biólogo inglês. Foi colaborador e prefaciador do livro de Thom.
- (29) Kuhn, T.S. - **The Structure of Scientific Revolutions**. Chicago. University of Checago Press, 1962.
- (30) Compara-se, também, com os títulos dos dois mais importantes livros de Jean Petitot, discípulo e colaborador de Thom - **Les Catastrophes de la Parole** (Maloine-Doin, 1985) e **Morphogénèse du sens** (PUF, 1986).