

FIGURAS

Ernst Jünger • Edmundo Cordeiro • Herman
Parret • M. João Ceboleiro • José A.
Bragança de Miranda • Chaké Matossian •
Claude Zilberberg • Louis Panier • Denis
Bertrand • José Augusto Mourão • Américo
António Lindeza Diogo • Adriano Duarte
Rodrigues • Georges Didi-Huberman • Graça
Rocha Simões • José Casquilho • Paolo
Fabbri • João Mário Grilo • Nelson Traquina



REVISTA DE

COMUNICAÇÃO E LINGUAGENS

Figuras

APRESENTAÇÃO	5
ENSAIOS	7
Ernst Jünger <i>A figura enquanto um todo que engloba mais do que a soma das suas partes</i>	9
Edmundo Cordeiro <i>A noção de figura em Der Arbeiter</i>	19
Herman Parret <i>O papel das configurações na apreensão do sentido</i>	29
M. João Ceboleiro <i>Ideia de figura em Descartes</i>	45
José A. Bragança de Miranda <i>Algumas anotações sobre a ideia de figura</i>	53
Chaké Matossian <i>O contorno do infigurável: o retrato de Montaigne</i>	69
Claude Zilberberg <i>Análise discursiva e enunciação</i>	77
Louis Panier <i>Figuras em discurso. Algumas reflexões sobre a semiótica discursiva</i>	101
Denis Bertrand <i>A Justeza</i>	109
José Augusto Mourão <i>O trabalho da figura: metamorfose/anamorfose</i>	121
Américo António Lindeza Diogo <i>We all live in a yellow submarine</i>	131

Adriano Duarte Rodrigues <i>As figuras da interlocução</i>	151
Georges Didi-Huberman <i>Poderes da figura. Exegese e visualidade na Arte Cristã</i>	159
Graça Rocha Simões <i>Figuras da interação homem-computador. Relação de «embodiment», relação hermenêutica</i>	179
José Casquilho <i>Configuração de fluxos</i>	195
Paolo Fabbri <i>Palatogramas</i>	205
João Mário Grilo <i>Figuras americanas da culpa no cinema de Otto Preminger</i>	221
DOSSIER	231
Nelson Traquina <i>A programação televisiva portuguesa na nova era da concorrência</i>	233
CRÓNICA do DEPARTAMENTO de COMUNICAÇÃO SOCIAL	257
LEITURAS	267
RICHARD KEARNEY, <i>Poétique du Possible, Phénoménologie Herméneutique de la Figuration</i> Maria Lucília Marcos	269
PIERRE LEVY, <i>Les Technologies de l'Intelligence — L'avenir de la pensée à l'ère informatique</i> Jean-Pierre Meunier	271
FRANK POPPER, <i>L'Art à l'Âge Électronique</i> Paulo Viveiros	275
MARIA AUGUSTA BABO, <i>A Escrita do Livro</i> José Augusto Mourão	278
ADRIANO DUARTE RODRIGUES, <i>Comunicação e Cultura. A experiência cultural na era da informação</i> António Fernando Cascais	279
RESUMOS, RÉSUMÉS, ABSTRACTS	283

Configuração de fluxos

José Casquilho*

O Rio

É atribuída a Heraclito a máxima «*Nunca navegarás duas vezes no mesmo rio porque novas águas correrão sob ti*»¹. E, no entanto, apesar da verdade aqui contida, toda a gente designará o rio pelo mesmo nome, pelo menos à escala dos séculos.

Terão sido as margens que permaneceram? Todos concordarão que, em rigor, *localmente*, assim não é. Os meandros alteram-se, os sedimentos formam montículos ou esteiras enquanto a corrente molda o leito. E no entanto o nome permanece, porventura porque permanece a configuração básica da sua identidade — a *forma global* — que suporta a respectiva singularização.

Em paralelo com a forma global, e igualmente necessária para não se confundir com algo de outro, ocorre a distinção induzida pela *localização* e que radica no princípio de *exclusão* da matéria, no sentido em que «dois corpos não podem ocupar o mesmo espaço, no mesmo tempo».

Dado o estaticismo inerente a uma *forma* podemos-nos perguntar como será esta enquadrável no *dever do tempo*.

Esta questão não parece ter resposta fácil. Se utilizarmos a *metamorfose* como figura de referência, as formas constituirão as suas etapas qualitativamente distintas, embora ligadas por forma sequencialmente contínua.

Colocando-nos numa perspectiva antropocêntrica podemos dizer que o que é determinante é a nossa capacidade de percepção topológica², aí integrados o sensível e o conhecimento, religados pelo entendimento e legitimados por um critério de verdade.

Admitindo essa hipótese, haverá ainda que acrescentar que a *forma*, para ser identificável, terá que ser *estruturalmente estável* (*sensu* Lagrange, Thom)³. Por «estruturalmente estável» entende-se algo que resiste a *pequenas perturbações*. Com efeito se assim não fora, dado que qualquer forma está imersa num ambiente perturbado, não seria singularizável e, correlativamente, apreensível.

O problema do *pequeno* e do *grande* supõe um contraste, já que qualquer dos conceitos não faz sentido em si mesmo, abstraído de um termo de comparação. Se associarmos um *referencial métrico* poder-se-á afinar a comparação dentro dos limites do mensurável (no plano físico) e da consistência (no plano conceptual).

Utilizando paralelamente o instrumental analítico, constroem-se *formulações* cuja interpretação matemática pode ser complexa e surpreendente. Se essas formulações estão indexadas à variável *tempo* então a evolução subjacente constitui um *processo* cuja modelização matemática enquadra o seu nível de *regularidade*.

* Departamento de Matemática do Instituto Superior de Agronomia

Por detrás deste enunciado esconde-se um aspecto que vale a pena realçar. Uma fórmula (etimologicamente: «forma pequena»), mesmo quando incidente sobre a variável tempo, é, em si mesma, uma construção estática. Também é uma estrutura limitada porque nenhuma fórmula pode conter a sua própria alteração, como corolário do *princípio da identidade*.

A única maneira como poderíamos ultrapassar, no quadro da lógica aristotélica, esta restrição seria admitir a possibilidade de construir a *fórmula de todas as fórmulas*; o que constitui uma tarefa absurda, porque então a primeira conteria o conjunto de todas as soluções das segundas e, desde Russel que se sabe que *o conjunto de todos os conjuntos* é uma noção contraditória⁴.

Se, por mera hipótese, fosse possível construir uma *fórmula da realidade* então o movimento seria, como Platão o disse, mera ilusão. Toda a história do processo estaria antecipadamente inscrita na sua consistência lógica, passado e futuro confundindo-se com um eterno presente.

Tanto quanto parece esta tentativa de determinar absolutamente o *real* está condenada ao fracasso, como se aquele resistisse sempre à anulação de uma dimensão bergsoniana do tempo⁵, que induz a *inovação* e porventura a *irreversibilidade* associada ao *sentido* do fluir do tempo.

Não obstante, e em sentido contrário, também persiste outra dimensão que estabelece alguma correspondência de ordem *necessária* entre a sucessão temporal, e que se manifesta nos processos *regulares*, onde um estado posterior é determinado em larga medida pelo que existia anteriormente. Entre estas duas dimensões oscila a nossa compreensão do Mundo⁶.

Sistemas Dinâmicos

«Sistemas Dinâmicos»⁷ é uma designação contemporânea para um grupo de problemas de ordem matemática, com inúmeras aplicações (e motivações) em diversos sectores do real, que se subdivide em dois núcleos básicos consoante a formulação original radica em *equações diferenciais*, ou, pelo contrário, *equações com diferenças*. No primeiro caso pressupõe-se uma lei de variação *contínua* (por via do conceito de *derivada*) que define a relação entre as variáveis, enquanto no segundo caso a lei de variação opera por *iteração*, ou seja através de uma estrutura *recorrente* que discretiza uma relação antecessor/sucessor.

Esta segunda categoria torna-se pertinente, não só por constituir o instrumento adequado para a modelização de processos que ocorrem, por exemplo, em gerações separáveis, mas também na medida em que as simulações numéricas em computador de problemas do primeiro tipo, obrigam a técnicas que se enquadram afinal no segundo.

Em qualquer dos casos, o âmbito dos sistemas dinâmicos traduz-se na tentativa de determinar, numa fórmula ou num algoritmo, comportamentos de entidades que evoluem no tempo, através de variáveis que tomam valores numéricos que caracterizam, em diferentes momentos, o seu estado.

Refira-se ainda que só por excepção é que se conhece a solução analítica de um daqueles sistemas, quando intervêm fenómenos de *não linearidade*. Neste contexto, só é possível efectuar simulações numéricas e as respectivas representações gráficas que, embora balizadas num conjunto de potentes resultados teóricos⁸, podem não esgotar a complexidade da formulação original por um lado, e, por outro, introduzir *ruído numérico* susceptível de distorcer o conteúdo do problema em análise.

A teoria e a experimentação em *Sistemas Dinâmicos* fornecem um quadro figurativo rico e estimulante para balizar e representar aspectos qualitativos (e quantitativos) em torno dos quais se podem ilustrar diferentes tipos temáticos, desde a configuração dos *equilíbrios*⁹, e condições de *estabilidade*¹⁰, até à emergência do *caos* determinístico¹¹, passando pelas alterações qualitativas (*bifurcações*) que um determinado tipo de equilíbrio pode sofrer^{12,13}. Finalmente, pela porta do designado *Caos Caótico*¹⁴, entra-se no reino da indecidibilidade.

Trajectórias e Equilíbrios

No que se segue vai-se dispensar a introdução de formalismo e recorrer a esquemas que são representações do «núcleo significativo» de tipos diferentes de configurações. O custo desta abordagem é o de que provavelmente não se conseguirão justificar melhor algumas asserções menos intuitivas (para o leitor que pretenda «mergulhar» nos aspectos formais propõe-se Boyce e DiPrima, que consta da bibliografia citada; para efeitos de simulação numérica e visualização aconselha-se o programa *Phaser*)¹⁵.

Esses esquemas, mais do que numa perspectiva geométrica onde interessa a medida, devem ser vistos como *objectos topológicos* onde o que conta é a relação estrutural entre as componentes que tipificam aquela imagem.

As relações topológicas são preservadas por meio de deformações contínuas regulares que só distorcem (relativamente) a configuração, mantendo a mesma organização qualitativa entre as partes, e também o sentido temporal dos acontecimentos. Pelo contrário, as relações métricas são alteradas dessa maneira e, portanto, a noção de equivalência topológica é mais robusta e restringe-se à incidência sobre o essencial.

Um *sistema dinâmico* comporta um conjunto de soluções que se designa globalmente por *fluxo*, constituído pelo feixe de todas as *trajectórias* que lhe estão associadas. Cada trajectória constitui uma solução particular daquele sistema que passa por uma determinada localização. As trajectórias classificam-se genericamente em *regulares* e *singulares*, sendo as últimas aquelas onde se agrupam os *equilíbrios*.

A projecção das trajectórias no espaço das variáveis dependentes, preservando o sentido do movimento, origina o conjunto das *órbitas*, que é então a imagem da família de comportamentos que podiam ocorrer naquelas condições formais. No caso dos sistemas dinâmicos *bidimensionais* apenas intervêm duas variáveis dependentes de uma terceira, o *tempo*. A «fotografia» do conjunto das órbitas, neste caso, designa-se *plano de fase* e ocupa um lugar essencial na caracterização de diferentes tipos de comportamentos dinâmicos.

Por exemplo, na figura 1 (cf. pág. seg.) temos imagens relativas ao *modelo predador-presa*¹⁶, simuladas computacionalmente para um conjunto pré-especificado de valores dos parâmetros e de condições iniciais. Este modelo traduz-se num sistema de duas equações diferenciais, onde a biomassa das populações de uma espécie de presas e de outra de predadores estão interligadas, sendo ambas dependentes, de maneira contínua, do tempo.

A parte superior diz respeito a duas trajectórias de uma das componentes (presa) ao longo do tempo de simulação, enquanto a parte inferior corresponde à respectiva projecção no plano de fase, ou seja, às órbitas. As oscilações paracíclicas nas trajectórias da presa traduzem-se em órbitas fechadas.

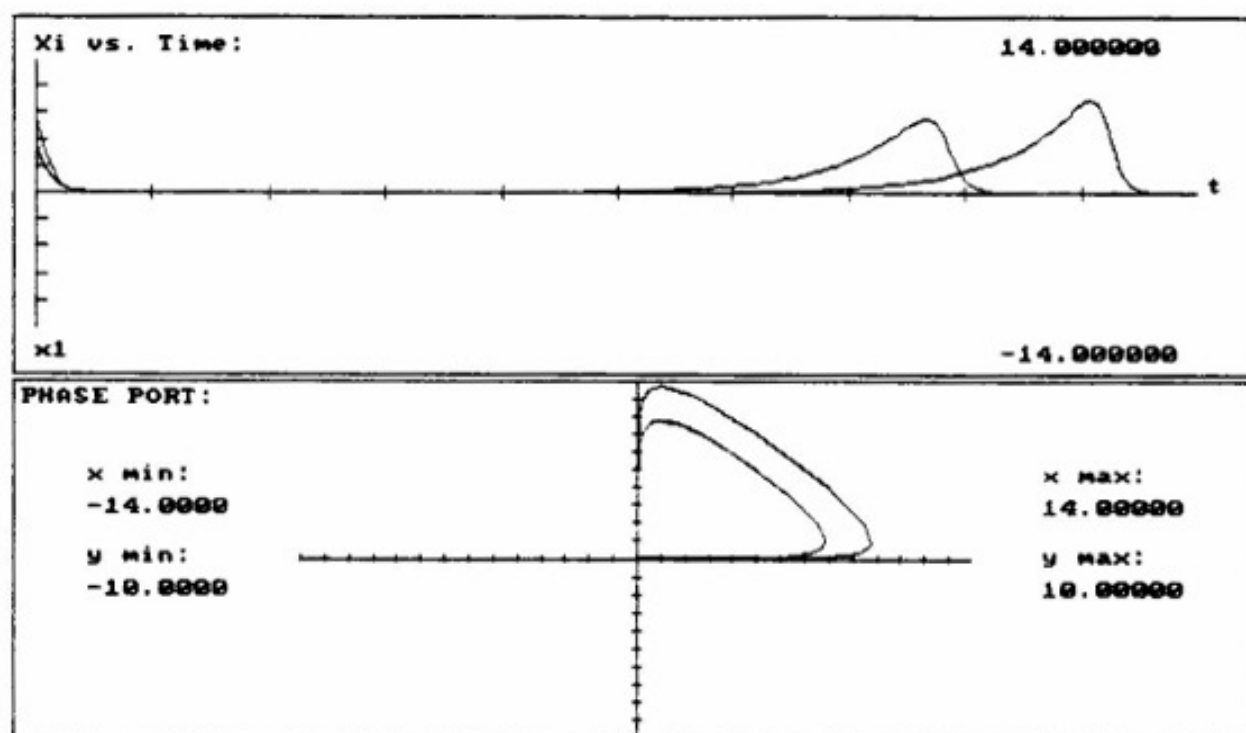


Fig. 1 — Imagem de duas trajetórias no modelo predador-presa

Nas figuras 2 e 3 temos exemplos de situações em que a origem das coordenadas é um equilíbrio, em qualquer dos casos designado por ponto espiral; na fig. 2 a origem é um equilíbrio *assintoticamente estável* que se pode designar por *atractor*, na medida em que atrai todas as trajetórias que se desenvolvem por perto.

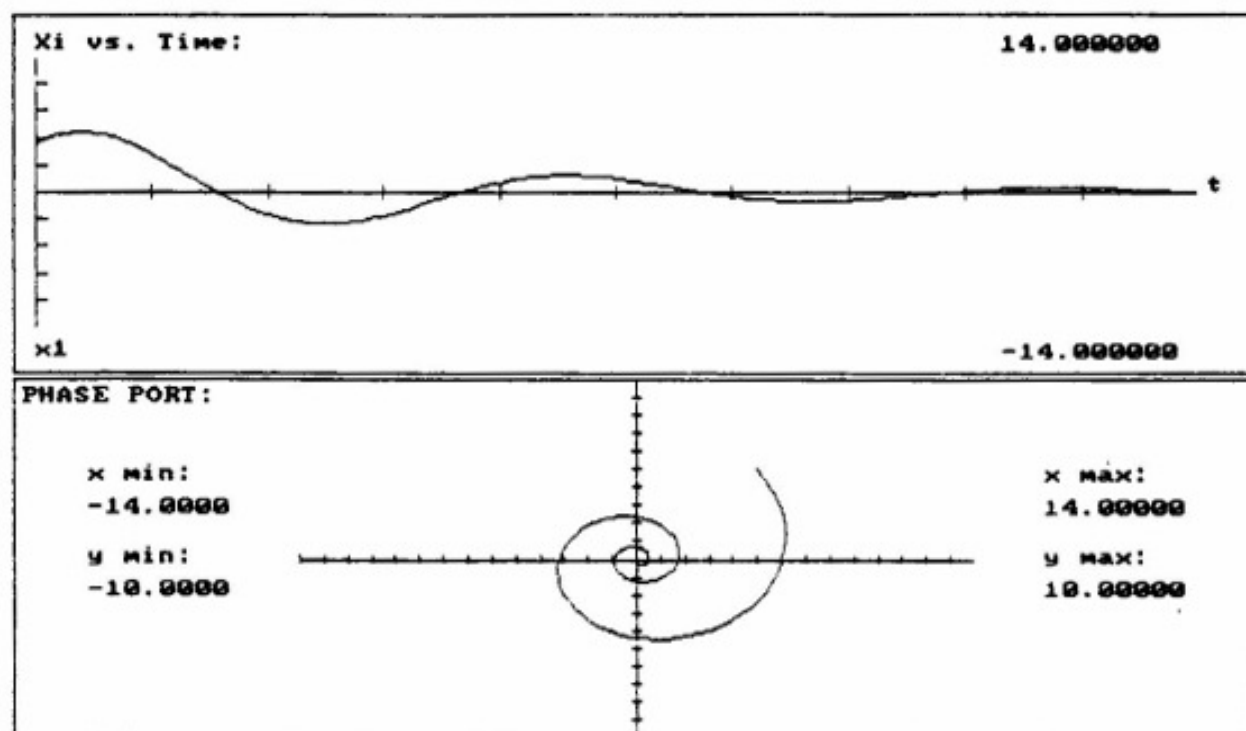


Fig. 2. — Espiral atractiva

Pelo contrário, na fig. 3, esse equilíbrio é *instável* (repulsor), no sentido em que, com o passar do tempo, as trajetórias divergem mais e mais.

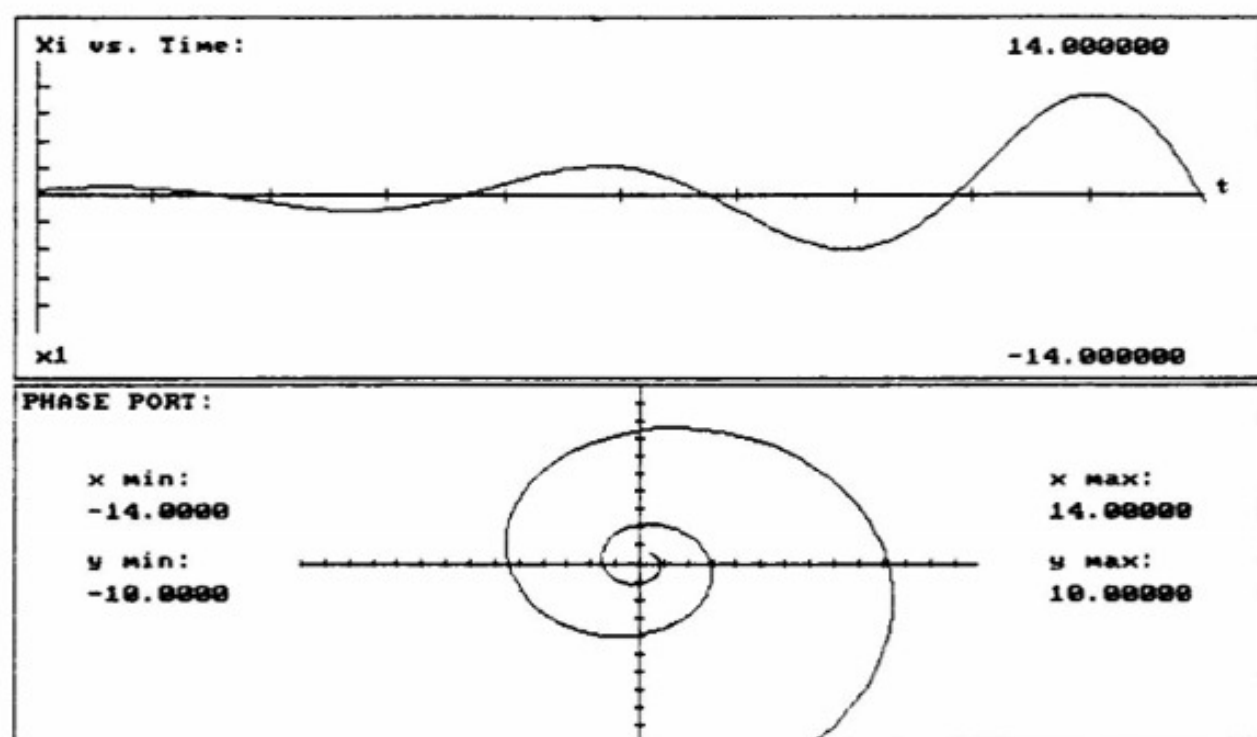


Fig. 3. — Espiral repulsiva

Para qualquer dos casos apresenta-se na fig. 4 o *fluxo* característico de um sistema dinâmico, na vizinhança de um ponto espiral, representado ao nível do seu plano de fase.

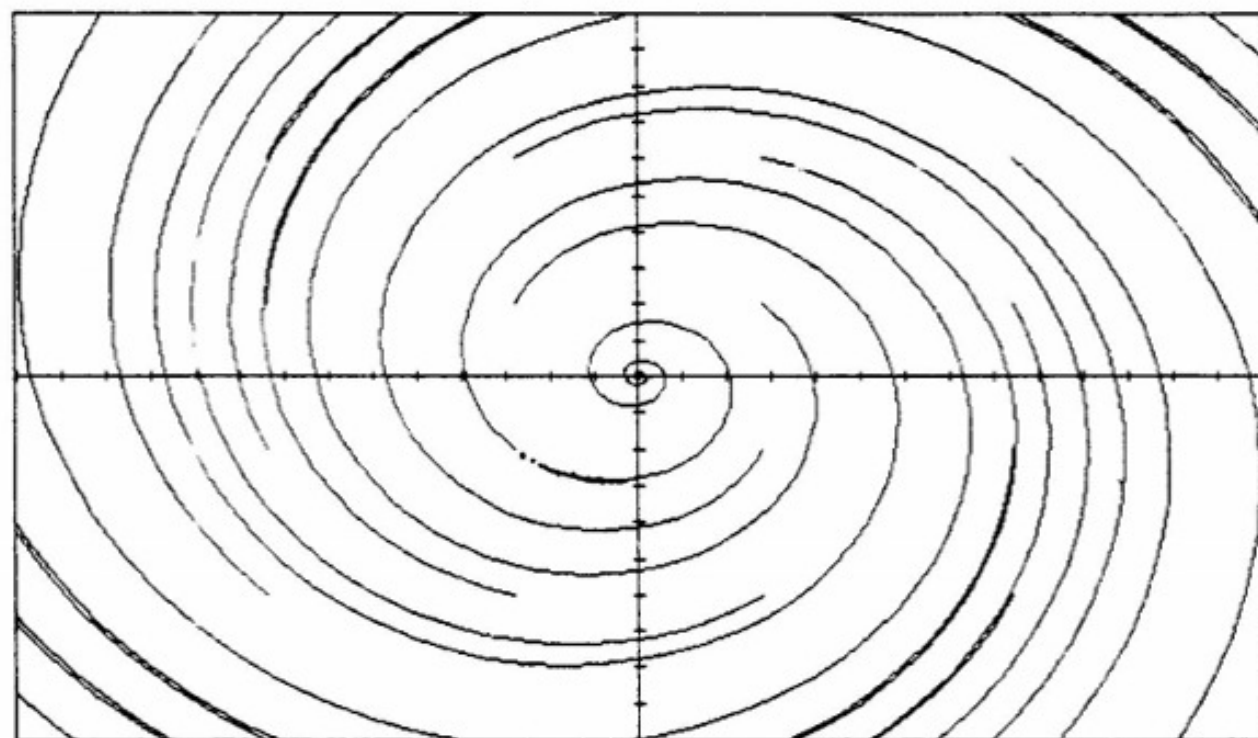


Fig. 4. — Plano de fase de um sistema espiral

Os tipos canónicos de equilíbrios (não degenerados) de *sistemas planares*, que são aqueles que temos vindo a ilustrar, são apenas constituídos por três grupos topológicos, representáveis por um elemento da respectiva classe de equivalência. A espiral atractora cai na primeira classe de equivalência, a espiral repulsiva na segunda. A terceira classe corresponde a um tipo particular de equilíbrio (instável) que se designa por *ponto de sela*, cuja representação no plano de fase apresentamos na figura 5. Na vizinhança de uma sela as trajectórias aproximam-se segundo uma direcção mas divergem simultaneamente segundo outra, conjugada com a primeira.

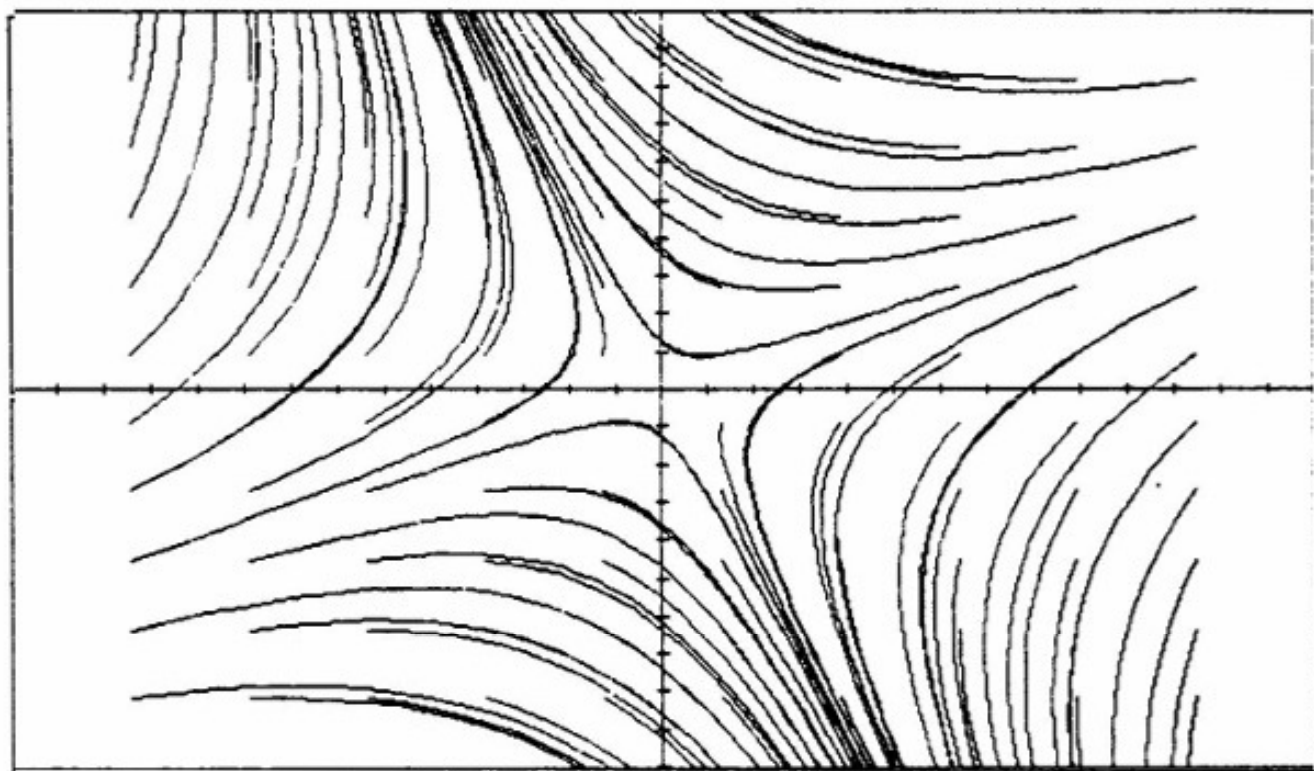


Fig. 5 — O plano de fase de um ponto de sela.

A caracterização dos tipos canónicos de equilíbrios planares é importante porque, sendo embora construída a partir das possíveis relações *lineares* entre as variáveis intervenientes (o que é uma simplificação grosseira do ponto de vista da modelação de um sector do real), pode ser estendida a uma classe muito mais vasta de sistemas *não-lineares* no sentido em que os respectivos equilíbrios (não degenerados) são localmente *equivalentes* a algum dos tipos atrás mencionados. Além disso, a existência de equilíbrios não degenerados é uma propriedade *genérica*¹⁷ dos sistemas planares, pelo que é garantidamente pertinente na esfera da modelização do real.

Caos

O *caos determinístico* não ocorre no âmbito que se ilustrou, ou seja, o dos sistemas *bidimensionais* de equações diferenciais. Surgiu por duas portas diferentes, a dos sistemas diferenciais com dimensão superior a dois e a das equações, não lineares, com diferenças (no que se segue vamos apenas referir a primeira deixando duas referências bibliográficas para quem quiser pesquisar a segunda)^{18, 19}. Veio abalar profundamente a crença laplaciana na eficácia de uma descrição determinista e no respectivo potencial predictivo. Por outro lado, talvez por uma questão de moda, parece existir ubiquamente²⁰.

Em 1963 o meteorologista Lorenz condensou a dinâmica da atmosfera num sistema de *três* equações diferenciais que ficou desde então universalmente designado com o seu nome²¹. Por efeito de uma casualidade descobriu que, na respectiva simulação numérica, duas trajectórias que se iniciassem em pontos (arbitrariamente) próximos divergiam rapidamente, a ponto de «às tantas» não terem a ver uma com a outra. Designa-se esta situação por *dependência sensível* das condições iniciais; este fenómeno está ilustrado na figura 6 onde se pode observar como duas trajectórias quase coincidentes «descolam» radicalmente uma da outra. Por outro lado, no *espaço de fase* (agora tridimensional), representado na parte superior da figura, vê-se um enroscado duplo que se designa por *atractor estranho* (de Lorenz).

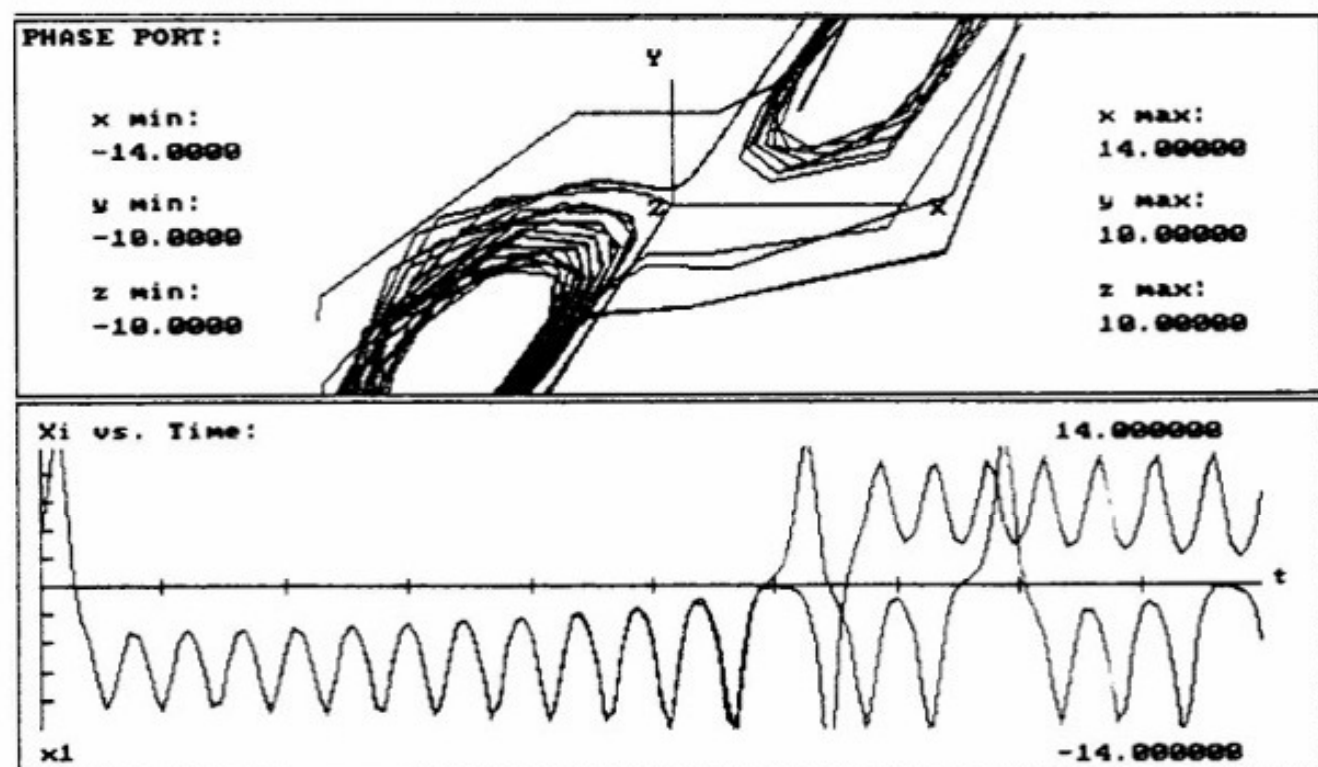


Fig. 6 — Imagem de duas trajectórias do Sistema de Lorenz

O(s) atractor(es) estranho(s) são redutos de *ordem* no âmbito dos sistemas caóticos porque, embora a sensibilidade das trajectórias (individuais) continue a ser a regra, pode dizer-se que, passado algum tempo, estas se confinam na região do espaço definida pelo atractor, e não no seu exterior.

Muito recentemente os físicos Ott e Sommerer construíram um modelo que designaram por *Caos Caótico*. Sem entrar em pormenores técnicos, pode dizer-se que o seu comportamento origina dois atractores estranhos distintos, com a particularidade de que as trajectórias estão de tal forma ensarilhadas que, enquanto umas se dirigem a um dos atractores, as que começam «imediatamente ao lado» vão parar ao outro. Dito por outra forma, qualquer das *bacias de atracção* constitui um conjunto *denso*.

O processo é absolutamente determinístico mas comporta consequências epistemológicas notáveis. Se, por acaso, este tipo de modelos tiver alguma relevância do ponto de vista da inserção no real, irá originar situações de *indecidibilidade*, na medida em que a mensuração física é sempre (e necessariamente) *aproximada* e uma

«casa decimal» a mais (ou a menos) tem aqui, como consequência, um *atractor diferente*, e já não, como no caso de Lorenz, um lugar diferente no *mesmo* atractor. Consequentemente, num sistema *experimental* que se comporte daquele modo, a própria *repetibilidade* de resultados, ou seja o critério de *legitimação* das ciências experimentais, ficará em causa.

Não deixa de ser curiosa a ressonância que este problema suscita com um resultado famoso, conhecido como *teorema de Godel*²², demonstrado em 1930, e que sustenta que «Qualquer sistema axiomático suficientemente vasto e coerente para conter a aritmética usual, admite proposições *indecidíveis*». Observe-se no entanto que a indecidibilidade suscitada pelo *caos caótico* é da ordem da sua aplicação ao real e não intrínseca ao modelo.

Nas Margens...

«Gostaríeis de medir o tempo,
o infinito e o incomensurável...
Gostaríeis de fazer do tempo um regato
em cujas margens pudésseis sentar-vos
a contemplar o seu curso»²³

Ao longo do que escreveu procurou-se ilustrar o alcance e as limitações dos instrumentos conceptuais/formais designados por *sistemas dinâmicos*. Apesar das zonas de indecidibilidade atingidas, valerá a pena não esquecer a excelência do desempenho matemático, capaz de prever os eclipses ou predizer a existência de entidades antes invisíveis, como Plutão ou os «buracos negros».

A temática dos sistemas dinâmicos é tão antiga quanto a origem da designada *Ciência Moderna*, referenciada a partir de Galileu e de Newton, na dupla asserção metodológica de se tentar isolar aspectos da realidade susceptíveis de aferição e construir modelos matemáticos que não só *descrevem* adequadamente os factos como os *explicam*, no sentido em que as ocorrências são reportadas a entidades que se colocam num nível *prevalecente*, funcionando assim como suporte do *princípio da causalidade*.

Aquele princípio, conjuntamente com o postulado da *inteligibilidade do Mundo*, e o princípio da *objectividade*, constituíram os esteios da *ciência positivista*, hoje profundamente fissurada pela investida desconstrucionista, por sua vez radicada na contradição entre o estatuto de verdade absoluta que se pretendia reivindicar e as inconsistências incontornáveis que se manifestaram na insolvência de grandes questões (em todas as esferas do conhecimento) onde o denominador comum permanece a *complexidade*.

A ciência continua a constituir, não obstante, uma linguagem potente no sentido de se aproximar *localmente* de hipóteses hermenêuticas significantes, através de incursões disciplinadas pelo princípio da *veridicção*, na sua dupla vertente da consistência interna e da adequação aos factos, no sentido em que, finalmente, não suscitem *refutação*. No fundo, embora redimensionado, permanece o velho critério de enunciação de verdade da *Escolástica*, o da adequação entre realidade e razão (*adequatio res et intellectus*).

Ao nível dos sistemas dinâmicos a tentativa é a de apreender o *tempo*, expresso no fluxo do movimento, no *espaço*, o espaço das suas configurações. O matemático

R. Thom afirmava: «o que não é geometria é magia»²⁴; e no entanto, aquelas parecem, por vezes, tocar-se.

- ¹ B. J. Caraça, *Conceitos Fundamentais da Matemática*, Livraria Sá da Costa Editora, Lisboa, (1951) 1984.
- ² C. Bruter, *Les Architectures du Feu*, Flammarion, Paris, 1984.
- ³ R. Thom, *Modèles Mathématiques de la Morphogenèse*, Christian Bourgois, Paris, 1984.
- ⁴ R. Apéry et al., *Penser les Mathématiques*, Seuil, Paris, 1982.
- ⁵ I. Prigogine e I. Stengers, *La Nouvelle Alliance*, Gallimard, Paris, 1986.
- ⁶ I. Ekeland, *Le Calcul, l'Imprévu*, Seuil, Paris, 1984.
- ⁷ F. Verhulst, *Nonlinear Differential Equations and Dynamical Systems*, Universitext, Springer-Verlag, Berlin, 1990.
- ⁸ A. Paterson, *Differential Equations and Numerical Analysis*, Cambridge University Press, Cambridge, 1991.
- ⁹ W. E. Boyce e R. C. DiPrima, *Elementary Differential Equations and Boundary Value Problems*, John Wiley & Sons, New York, 1986.
- ¹⁰ F. Marcellán, L. Casasús e A. Zarzo, *Ecuaciones Diferenciales. Problemas lineales y aplicaciones*, McGraw-Hill, 1990.
- ¹¹ D. Gullick, *Encounters with Chaos*, McGraw-Hill, 1992.
- ¹² M. Demazure, *Catastrophes et Bifurcations*, Ellipses, Paris, 1989.
- ¹³ V. I. Arnold, *Catastrophe Theory*, Springer-Verlag, 1986.
- ¹⁴ «Chaotic Chaos», in *Scientific American*, March, 1994.
- ¹⁵ H. Koçak, *Differential and Difference Equations through Computer Experiments*, Springer Verlag, 1989.
- ¹⁶ M. Peshel e W. Mende, *The Predator — Prey Model — Do We Live in a Volterra World?*, Springer-Verlag, Berlin, 1986.
- ¹⁷ M. Hirsch e S. Smale, *Differential-Equations, Dynamical Systems and Linear Algebra*, Academic Press, New York, 1974.
- ¹⁸ R. May, «Simple Mathematical Models with Very Complicated Dynamics», in *Nature*, 261 (1976), pp. 459-467.
- ¹⁹ M. Schroeder, *Fractals, Chos, Power Laws. Minutes from an Infinite Paradise*, W. H. Freeman and Company, New York, 1991.
- ²⁰ J. J. Reyes, Vida, *Orden y Caos: propuestas para nuevos enfoques en biología*, Universidad Autónoma Metropolitana — Unidad Xochimilco, México, 1993.
- ²¹ J. Gleick, *Chaos: Making a New Science*, Viking, New York, 1987.
- ²² J. Dieudonné, *A Formação da Matemática Contemporânea*, Dom Quixote, Lisboa, 1990.
- ²³ K. Gibran, «O Tempo», in *O Profeta*, Editorial A. O., Braga, 1987.
- ²⁴ Ver nota 3.