

CIÊNCIA DA FALA E SINERGÉTICA*

G. SCHÖNER(**) E S. LUÍS V. F. CASTRO(***)

Gostaríamos de agradecer ao Professor J. A. S. Kelso, Director do "Center for Complex Systems" (CCS) por nos ter revelado e ajudado a descobrir este fascinante domínio, e à Doutora B. Tuller as estimulantes e variadas discussões. S. L. F. C. agradece ainda a hospitalidade do CCS. G. S. foi apoiado pela "Deutsche Forschungs-gemeinschaft", Bona, RFA, e S. L. F. C., pela Fundação Calouste Gulbenkian e pela Junta Nacional de Investigação Científica e Tecnológica, Lisboa, Portugal.

Entre os vários problemas que têm sido objecto da ciência da fala (cf., e.g., Borden e Harris, 1984) salientam-se as seguintes duas questões, já antigas: (1) Tomemos uma frase simples, por exemplo "hoje está um dia bonito". Suponhamos que ela é pronunciada repetidamente por um mesmo locutor, em diferentes condições: num ritmo de fala ora rápido, ora lento, acentuando "hoje", ou "bonito"; ou imaginemo-la dita por um indivíduo masculino adulto e por uma criança. Estas variações de ritmo, acentuação e locutor têm por consequência importantes modificações na onda acústica que chega ao sistema auditivo. Todavia, a despeito destas diferenças de estimulação, nós percebemos as mesmas palavras, os "mesmos" sons da fala. Generalizando, como conseguimos perceber a fala de modo invariável, mesmo perante importantes diferenças no padrão sonoro em que

consiste? Esta questão foi colocada já nos anos 40 e ainda hoje é considerada a questão central em percepção da fala (cf. Pisoni, 1985). (2) Deixando o lado da percepção, e colocando-nos no da produção, o problema é o de como conseguimos transformar intenções comunicativas num comportamento motor complexo — envolvendo pulmões, tracto vocal e articuladores — de modo a produzir o padrão acústico que será percebido como fala (cf., e.g., Borden e Harris, 1984; MacNeilage, 1983).

Uma abordagem típica da ciência da fala a estas questões tem sido a de procurar invariâncias de percepção e produção (para uma colectânea recente de trabalhos deste tipo veja-se Perkell e Klatt, 1986). Neste artigo esboçaremos algumas ideias relevantes provenientes da "estratégia sinérgica", desenvolvida recentemente para compreender a coordenação de movimento em sistemas biológicos (Kelso e Schöner, 1988; Kelso, Schöner, Scholz e Haken, 1987; Schöner e Kelso, 1988a). Veremos que esta estratégia leva a formular algo diferentemente aquelas questões clássicas de "invariância" perceptiva e coordenação motora: elas seriam concebidas como problemas de estabilidade, entendendo esta em termos da dinâmica de produção e percepção da fala. Para tornar clara esta ideia, será preciso levar o leitor por um percurso que começa bem longe da ciência da fala e até da psicologia: começaremos

* Este artigo foi preparado enquanto os seus autores se encontravam no "Center for Complex Systems, Florida Atlantic University", Boca Raton, EUZ. Foi submetido a apreciação para publicação em Dezembro de 1987 e, tendo sido aceite, enviado para publicação as modificações editoriais sugeridas em Março de 1989.

** Institut für Neuroinformatik, Ruhr Universität Bochum.

*** Centro de Psicologia Cognitiva, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade do Porto.

por onde se iniciou a sinérgica, isto é, pela física.

A ABORDAGEM SINÉRGICA

Os fenómenos de que se ocupa a sinérgica (Haken, 1983a;-b) ocorrem em sistemas físicos, químicos e biológicos. Trata-se de um campo de investigação interdisciplinar centrado nos princípios de formação de padrões através da auto-organização. A sinérgica lida com sistemas ditos em não-equilíbrio, nomeadamente os sistemas abertos. Enquanto os sistemas fechados tendem com o tempo para um estado de maior desordem, os sistemas abertos podem assumir espontaneamente estados mais ordenados, *i.e.*, os sistemas abertos podem formar padrões espaço-temporais. Um exemplo intuitivo são as formações regulares de nuvens que ocasionalmente se podem observar. Elas são provocadas pelas diferenças de condições atmosféricas a várias altitudes, diferenças que geram um fluxo de energia e calor. As camadas atmosféricas constituem pois um sistema aberto, onde podem emergir estruturas ordenadas.

Um dos exemplos mais antigos e melhor estudados é a experiência de Bénard. Aquece-se uma camada de fluido a partir de baixo, de modo a produzir uma diferença de temperatura entre os bordos inferior e superior; gera-se assim um fluxo de calor ascendente. Se a diferença de temperatura é pequena, este fluxo é transportado por condução térmica. Se a diferença excede um determinado valor crítico, começa a convecção: o fluido aquecido do bordo inferior sobe (pois tem uma densidade menor), arrefece quando chega à superfície, e desce novamente. Ora aqui aparece o fenómeno interessante: é que a convecção dá-se de um modo organizado; segundo o formato horizontal da camada de fluido, formam-se hexágonos, rolos ou outros padrões, tais que o fluido se eleva, por exemplo, no meio dos hexágonos, e se abate nos seus extremos. Para ilustrações e outros exemplos fascinantes de Ordem na

Natureza, veja-se o livro de H. Haken (1984), cientista que fundou a sinérgica há cerca de 10 anos. Para explicar a emergência destes padrões ou estruturas não é necessário recorrer a um *deus ex machina*, como programas ou "genes" que contivessem a descrição detalhada dos fenómenos observados. De facto, na teoria destes fenómenos pode demonstrar-se que os padrões emergem em resultado da dinâmica e interacção dos vários componentes do sistema. Neste sentido, eles não estão codificados no sistema, surgem antes de modo auto-organizado.

Para os problemas biológicos que nos interessam, é importante referir as seguintes características da teoria sinérgica (cf. Haken, 1983a;-b): (1) Os padrões sinérgicos são governados por um reduzido número de variáveis, denominadas parâmetros de ordem. Há muito mais componentes do sistema do que parâmetros de ordem. (2) A formação de padrões, ou a mudança de um padrão para outro, resulta de uma instabilidade. Estabilidade e instabilidade são entendidas neste contexto no sentido da dinâmica. A estabilidade é a capacidade do sistema voltar a um estado do qual tenha sido perturbado; as perturbações podem ser introduzidas artificialmente (para medir a estabilidade, por exemplo), mas são também intrínsecas ao próprio sistema, como pequenas flutuações resultantes da interacção com o meio ou entre os vários componentes. A instabilidade refere-se ao facto de o sistema não voltar ao seu estado anterior após uma perturbação; em vez do retorno, dá-se a passagem para um novo estado, um estado estruturado. Esta mudança é chamada transição de fase em não-equilíbrio ("non equilibrium phase transition"), adiante referida apenas como "transição de fase". (3) As instabilidades acima referidas podem ser provocadas através da manipulação de parâmetros simples (*e.g.*, no sistema de Bénard, a diferença de temperatura entre as camadas superior e inferior). Tais parâmetros são denominados "de controlo". Como o exemplo de Bénard ilustra, os parâmetros de controlo não contêm

informações específicas sobre o padrão que emergirá no sistema; a mudança de um parâmetro inespecífico é quanto basta para suscitar a transição de fase.

SINÉRGICA EM SISTEMAS BIOLÓGICOS

Qual é a utilidade dos conceitos sinérgicos para questões de coordenação biológica? A aplicação de ideias sinérgicas em contextos biológicos foi fortemente influenciada pela descoberta de uma transição de fase no movimento humano por Scott Kelso (1984) e colaboradores. Vale a pena descrever sucintamente a experiência. Os sujeitos eram instruídos a coordenar os indicadores de ambas as mãos num movimento cíclico, no plano horizontal. Para esta tarefa, há basicamente dois padrões de coordenação estáveis e reproduzíveis: movimentar os dois dedos um em direcção ao outro — contracção de músculos homólogos, coordenação em fase —, ou movimentar os dedos paralelamente à esquerda e à direita — alternância de músculos homólogos, coordenação em anti-fase. Se o sujeito for instruído a coordenar em anti-fase, e a aumentar sucessivamente a frequência de oscilação, observa-se um fenómeno interessante: a uma certa frequência crítica, dá-se a transição espontânea e involuntária da coordenação em anti-fase para a coordenação em fase (do movimento paralelo dos indicadores para o movimento convergente).

Quando este fenómeno foi analisado pela primeira vez, Scott Kelso (*ibidem*) pensou que se poderia tratar de uma transição de fase no sentido da Sinérgica. Como testar esta ideia? Primeiro foi preciso identificar um parâmetro de ordem; por várias razões, a fase relativa entre o movimento dos dois dedos era um bom candidato (Kelso, 1984). Subsequentes análises experimentais (Kelso, Scholz e Schöner, 1986; Scholz, Kelso e Schöner, 1987) e teóricas (Haken, Kelso e Bunz, 1985; Schöner, Haken e Kelso, 1986) confirmaram que se tratava realmente de

uma transição de fase: medindo a estabilidade e comparando previsões teóricas com resultados experimentais, demonstrou-se que a coordenação em anti-fase perde estabilidade, o que leva à mudança de padrão coordenativo.

Foi portanto descoberta uma transição de fase no contexto da coordenação motora humana. Todavia, com este empreendimento algo mais tinha sido ganho: uma estratégia útil para caracterizar padrões comportamentais, a sua dinâmica e estabilidade. Esta estratégia sinérgica consiste nos seguintes passos (Kelso, Schöner, Scholz e Haken, 1987; Kelso e Schöner, 1987; Schöner e Kelso, 1988a):

1. Identificar as variáveis colectivas essenciais (parâmetros de ordem) que caracterizam o padrão comportamental;

2. Identificar a dinâmica dos padrões comportamentais em termos de dinâmica dos parâmetros de ordem. Padrões reproduzíveis e estacionários são entendidos como estados estáveis na dinâmica dos parâmetros de ordem;

3. Identificar os parâmetros de controlo relevantes que induzem alterações no estado do sistema;

4. Após ter-se conseguido 1 - 3 para um sistema e seus subsistemas, relacionar estes níveis de descrição: derivar a dinâmica do nível colectivo a partir da dinâmica dos componentes acoplados. Este último passo foi bem sucedido no caso da coordenação dos indicadores. Os movimentos de cada dedo foram modelados como osciladores não lineares, o que permitiu dar conta das propriedades do sistema estabelecidas experimentalmente (Kay, Kelso, Saltzman e Schöner, 1987). O acoplamento destes osciladores, por sua vez, dá origem ao padrão de coordenação observado (Haken *et al.*, 1985).

SINÉRGICA E FALA

Finalmente, o que é que estes conceitos têm a ver com ciência da fala? Vamos ilustrar esta relação através de alguns exemplos. O ponto de partida é a iniciativa

de alguns investigadores em estudar o processo de articulação como meio para esclarecer as propriedades invariantes da fala (e.g., Fowler, Rubin, Remez e Turvey, 1980; Tuller, Kelso e Harris, 1982; Tuller e Kelso, 1984; Kelso e Tuller, 1987). Tuller e Kelso (*ibidem*) verificaram que era possível caracterizar um certo tipo de organização motora através da fase entre os diferentes articuladores; nalgumas situações a fase relativa mantinha-se invariante, no sentido tradicional de não ser alterada devido a modificações de parâmetros como a velocidade e a acentuação. Noutras situações, porém, foi observada uma transição de fase (cf. Kelso, Saltzman e Tuller, 1986): quando os sujeitos são instruídos a emitir repetidamente, e a uma velocidade cada vez maior, por exemplo, a sílaba /ip/, chegando a uma certa frequência crítica eles mudam espontaneamente para /pi/ — um efeito bem fácil de reproduzir em experiência informal. Se observarmos as trajectórias dos articuladores, verificamos que uma diferença distintiva entre as duas elocuições é o tempo que medeia entre a abertura glótica e a abertura oral (*i.e.*, o “timing” relativo). Se medirmos este desfasamento entre as duas aberturas em /ip/ e em /pi/, observa-se uma transição análoga à transição de fase em coordenação bimanual. Note-se que fenómenos semelhantes já tinham sido observados pelo investigador R. H. Stetson nos anos 50 (Stetson, 1951); todavia, como na altura não eram conhecidas as noções de estabilidade, transição de fase e outras associadas, não se exploraram muito aquelas observações.

A ideia de estabilidade como característica da articulação da fala é corroborada por outro tipo de observações. Em experiências de Kelso, Tuller, V.-Bateson e Fowler (1984), foram introduzidas perturbações mecânicas ao movimento do maxilar durante uma emissão verbal; verificou-se que articuladores afastados, como o lábio superior, efectuam muito rapidamente compensações de modo a que o sujeito consiga completar a elocução. A compensação é dotada de especificidade funcional:

por exemplo, na emissão de /bæb/ o lábio superior compensa a perturbação do maxilar para conseguir a oclusão labial do /b/ final. Porém, a mesma perturbação durante a emissão de /bæz/ não induz nenhuma compensação do lábio superior; neste caso, é a língua que se eleva para compensar a posição demasiado baixa do maxilar inferior. Nestas duas situações observa-se pois uma organização temporal estável (no sentido dinâmico atrás definido), em vez de invariante.

Apesar da validade destas ideias para a produção da fala ser ainda objecto de investigação, é possível delinear para já um quadro coerente. (a) Ao produzir uma determinada elocução, os movimentos coordenados dos articuladores constituiriam padrões dinâmicos estáveis. Os padrões de coordenação poderão ser identificados em diferentes condições, não apenas através de uma série única de posições articulatórias: trata-se de especificar estados estáveis, não necessariamente invariantes. (b) Ao perder a sua estabilidade, estes padrões mostram-nos “quais são os seus vizinhos”, isto é, que outros estados emergem espontaneamente. O facto de haver um número relativamente restrito de gestos articulatórios que é possível caracterizar como diferentes (medindo, por exemplo, as trajectórias) traduziria a existência de apenas alguns estados colectivos estáveis. Estes corresponderiam à informação essencial ou relevante no complexo e multidimensional sistema de produção de fala. A implementação de uma intenção comunicativa exigiria “apenas” a selecção de um ou outro estado estável do sistema articulatório; o modo específico como a coordenação é feita estaria assim fixado dinamicamente, e dispensaria a determinação singular de cada movimento.

Baseando-nos nestas ideias, passemos a alguns reparos mais especulativos sobre percepção da fala. Uma das teorias mais discutidas sobre este tema é a chamada teoria motora, segundo a qual perceber a fala envolve uma espécie de produção virtual: a percepção far-se-ia em referência

aos gestos articulatórios correspondentes à elocução ouvida (cf. Liberman, Cooper, Shankweiler e Studdert-Kennedy, 1967; Liberman e Mattingly, 1985). Do ponto de vista que temos vindo a apresentar, esta ideia é tentadora: se perceber a fala é, num certo sentido, um acto percepto-motor, então justifica-se que os métodos sinérgicos, que se têm revelado úteis para compreender a produção, sejam também aplicados à percepção. Todavia, entre percepção e produção pode haver uma relação mais abstracta do que a de estruturas partilhadas; numa abordagem sinérgica tentaremos conceber produção e percepção como sistemas de formação dinâmica de padrões, salvaguardando a eventual singularidade e especificidade de cada um destes sistemas, de percepção um, de produção outro.

Como se poderá conceber a percepção de fala como formação de padrões? Concretamente, o problema é saber como se forma o hipotético padrão perceptivo a partir do *input* do meio, a informação acústica. Podemos recolher sugestões úteis da observação de um comportamento muito mais simples, que examinaremos de seguida.

Recentemente, o domínio de aplicação da estratégia sinérgica generalizou-se à coordenação de movimento especificado pelo meio (Schöner e Kelso, 1988b). Trata-se, como o nome indica, de movimento que se vai ajustando a condições ambientais. No caso vertente, um certo padrão rítmico era efectuado conforme a frequência de dois metrónomos. Foi possível demonstrar que a informação do meio apenas modifica a dinâmica motora “espontânea”, não a torna inoperante. O sistema “percebe” um certo aspecto do meio (neste caso, a fase relativa entre dois metrónomos) adaptando a sua dinâmica; o seu comportamento continua porém a ser definido como estado estável de uma dinâmica cujos parâmetros de ordem apenas parcialmente são dependentes do “input”, ou seja, do meio. É justamente por isso que podem ocorrer apenas relativamente poucos estados comportamentais — só aqueles que são acessíveis ao sistema. Também aqui é a

estabilidade, mais do que a invariância, que caracteriza os padrões que podemos identificar. Por um processo análogo foi possível dar conta da influência de aprendizagens prévias (em vez da influência actual do meio) na “performance” (*ibidem*; Schöner e Kelso, 1988c). A teoria é pois apropriada não só para movimento especificado pelo meio, em tempo real, mas também para o movimento especificado pela memória. Este facto evidencia claramente o poder heurístico da estratégia sinérgica.

Com base neste exemplo torna-se plausível conceber a percepção da fala como um processo pelo qual o sistema perceptivo adopta um estado estável que resulta da dinâmica colectiva do sistema. Esta dinâmica teria a capacidade de adaptar-se ao meio, neste caso: o “input” falado. A existência de apenas alguns estados possíveis definidos por essa dinâmica seria responsável pela relativa “insensibilidade” a variações acústicas da onda sonora. Enquanto um hipotético estado perceptivo mantiver a sua estabilidade, o percepto será idêntico a despeito das variações de ritmo, locutor, etc. Assim, o que no início havia sido apresentado como uma questão de invariância aparece agora como uma questão de estabilidade. Na ideia de estabilidade encontrar-se-ia também o fulcro da relação entre percepção e produção da fala: sistemas perceptivo e produtivo estariam organizados segundo o mesmo tipo de leis, subsumidas no princípio geral de formação de padrões dinâmicos estáveis. Para testar experimentalmente esta hipótese, o caminho a seguir será procurar testemunhos de uma dinâmica não linear subjacente (transições de fase, histerese), identificar os parâmetros de ordem (uma tarefa nada fácil neste caso) e estudar a sua dinâmica.

BIBLIOGRAFIA

- BORDEN, G. J. E HARRIS, K. S. (1984): *Speech Science Primer*, 2ª ed., William and Wilkins, Baltimore.
- FOWLER, C. A., RUBIN, P., REMEZ, R. E. E TURVEY, M. T.: Implications for Speech

Production of a General Theory of Action. In Butterworth B. (ed.): *Language Production: Vol 1 Speech and Talk*. Academic Press.

- HAKEN, H. (1983a.): *Synergetics - An Introduction*, 3^a ed. Springer Verlag.
- HAKEN, H. (1983b.): *Advanced Synergetics*, Springer Verlag.
- HAKEN, H. (1984): *The Science of Structure: Synergetics*, van Norstrand Reinhold.
- HAKEN, H., KELSO, J. A. S. E BUNZ, H. (1985): A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics* 51, 347-356.
- KAY, B. A., KELSO, J. A. S., SALTZMANN, E. L. E SCHÖNER, G. (1987): Space-Time Behavior of Single Bimanual Rhythmical Movements: Data and Limit Cycle Model. *J. Exp. Psych: Hum. Perc. Perf.* 13, 178-192.
- KELSO, J. A. S. (1984): Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *American Journal of Physiology* 246, R1000-R1004.
- KELSO, J. A. S. E SCHÖNER, G. 1987: Toward a physical (synergetic) theory of biological coordination. In Graham, R. e Wunderlin, A. (Eds.): *Lasers and Synergetics*, Berlin: Springer Verlag.
- KELSO, J. A. S. E SCHÖNER, G. (1988): Self-organization of coordinative movement patterns. *J. Human Movement Science* 7, 27-46.
- KELSO, J. A. S. E TULLER, B. 1987: Intrinsic time in speech production: theory, methodology, and preliminary observations. In Keller, E. e Gopnik, M. (Eds.) *Sensory and motor processes in language*, Hillsdale NJ: Erlbaum.
- KELSO, J. A. S., SALTZMAN, E. L. E TULLER, B. (1986): The dynamical perspective on speech production: data and theory. *Journal of Phonetics* 14, 29-59.
- KELSO, J. A. S., SCHOLZ, J. P. SCHÖNER, G. (1986): Nonequilibrium phase transitions in coordinated biological motion: critical fluctuations. *Phys. Lett.* A118, 279-284.
- KELSO, J. A. S., SCHÖNER, G., SCHOLZ, J. P. E HAKEN, H. (1987): Phase-locked modes, phase transitions and component oscillators in biological motion. *Physica Scripta* 35, 79-87.
- KELSO, J. A. S., TULLER, B., V.-BATESON, E. E FOWLER, C. A. (1984): Functionally specific

articulatory cooperation following jaw perturbations during speech: Evidence for coordinative structures. *J. Exp. Psych.: Hum. Perc. Perf.* 10, 812-832.

- LIBERMAN, A. M. E MATTINGLY, I. G. (1985) The motor theory of speech perception revised. *Cognition* 21, 1-36.
- LIBERMAN, A. M., COOPER, F. S., SHANK-WEILER, D. S. E STUDDERT-KENNEDY, M. (1967): Perception of the Speech Code. *Psychol. Rev.* 74, 431-461.
- MACNEILAGE, P. F. (Ed.), (1983): *The Production of Speech*, Springer Verlag.
- PERKELL, J. B. E KLATT, D. H. (Eds.) (1986): *Invariance and variability in speech processes*, Hillsdale NJ: L. Erlbaum Ass.
- PISONI, D. B. (1985: Speech perception): some new directions in research and theory. *J. Acoust. Soc. Am.* 78, 381-388.
- SCHOLZ, J. P., KELSO, J. A. S. E SCHÖNER, G. (1987): Nonequilibrium phase transitions in coordinated biological motion: Critical slowing down and switching time. *Phys. Lett.* A123, 390-394.
- SCHÖNER, G. E KELSO, J. A. S. (1988a): Dynamic pattern generation in behavioral and neural systems, *Science* 239, 1513-1520.
- SCHÖNER, G. E KELSO, J. A. S. (1988b): A synergetic theory of environmentally-specified and learned patterns of movement coordination. I. Relative phase dynamics. II. Component oscillator dynamics. *Biol. Cybern.* 58, 71-89.
- SCHÖNER, G. E KELSO, J. A. S. (1988c): A dynamic pattern theory of behavioral change. *J. Theoretical Biology* 135, 501-524.
- SCHÖNER, G., HAKEN, H. E KELSO, J. A. S. (1986): A stochastic theory of phase transitions in human hand movement. *Biological Cybernetics* 53, 247-257.
- STETSON, R. H. (1951): *Motor Phonetics: a Study of Speech Movements in Action*. North Holland, Amsterdam.
- TULLER, B. E KELSO, J. A. S. (1984): The timing of articulatory gestures: Evidence for relational invariants. *J. Acoust. Soc. Am.* 76, 1030-1036.
- TULLER, B., KELSO, J. A. S. E HARRIS, K. S. (1982): Interarticulatory phasing as an index of temporal regularity in speech. *J. Exp. Psych.: Hum. Perc. Perf.* 8, 460-472.

RESUMO

Defende-se a ideia de que recentes avanços na compreensão da coordenação biológica usando conceitos da Sinérgica — um campo de pesquisa interdisciplinar com origem na Física — abrem vias prometedoras para problemas de produção e percepção da fala. Após uma apresentação sumária da abordagem sinérgica, em que se introduzem conceitos fundamentais, como formação de padrões, transição de fase, estabilidade/instabilidade, parâmetros de ordem e de controlo, exemplifica-se a sua aplicação no contexto da coordenação de movimento humano, em que foi descoberta uma transição de fase. Discute-se a relevância dos conceitos sinérgicos para as questões clássicas da ciência da fala, a coordenação articulatória e o problema da invariância, e sugere-se como se poderá proceder à sua utilização.

RÉSUMÉ

On défend que des progrès récents dans la compréhension de la coordination biologique en usant des concepts de la Synergétique — une approche interdisciplinaire provenant de la Physique — ouvrent des voies prometteuses pour la production et perception de la parole. Après une brève présentation de concepts synergétiques fondamentaux (formation de

patrons, transition de phase, stabilité, paramètres de ordre et de contrôle), on exemplifie son application dans la coordination de mouvement humain, où une transition de phase a été découverte. On discute alors comment deux questions classiques de la science de la parole, la coordination articulatoire et le "problème de l' invariance", pourraient être (re)formulées avec l'aide de ces concepts, et on propose comment utiliser l'approche synergétique dans la recherche sur la parole.

ABSTRACT

The view is put forward, that recent advances in the understanding of biological coordination using concepts from Synergetics — an interdisciplinary research field originating from Physics — hold promise for problems of production and perception of speech. Fundamental concepts of the synergetic approach, such as pattern formation, non-equilibrium phase transition, stability/instability, order and control parameters, are briefly introduced, and their application to biological coordination is exemplified with human movement research, where a phase transition has been discovered. Two classical issues in speech science, articulatory coordination and the "invariance" problem, are discussed in the light of synergetic concepts; a new approach to these questions is then suggested.