A Física dos mercados financeiros

MARTA DANIELA SANTOS

QUE OS FÍSICOS SÃO CURIOSOS POR NATUREZA, JÁ TODA A GENTE SABE. NOS ÚLTIMOS TEMPOS, TÊM VINDO A "INVADIR" OUTRAS ÁREAS QUE NÃO A SUA, COMO A BIOLOGIA, A MEDICINA, OU AS CIÊNCIAS SOCIAIS, E COM A SUA FORMA DE PENSAR CONTRIBUÍRAM EM CADA UMA DELAS PARA O AUMENTO DO CONHECIMENTO. O QUE DIZER, NO ENTANTO, DO SEU SÚBITO INTERESSE PELA... ECONOMIA?

Na verdade, é fácil compreendê-lo: os conceitos hoje em dia aceites em economia têm pouca ou nenhuma ligação concreta com a realidade, constituindo um desafio para os físicos. Por um lado temos uma teoria que quase não é confrontada com os dados empíricos; por outro, a dinâmica dos mercados financeiros quase não faz referência à teoria. Há assim uma sensação de "distanciamento da realidade" – que melhor cenário para um físico? Numa visão simplista, a bolsa não é mais do que um sistema de muitas partículas a interagirem entre si (ainda que com as devidas reservas, já que estas "partículas" são seres humanos, compradores e vendedores, que pensam) – e o objectivo é compreender a evolução desse sistema, utilizando as ferramentas da física estatística.

Desengane-se à partida, no entanto, quem julgue que se pode com base nestes propósitos construir um modelo que permita prever ao detalhe o comportamento das bolsas – isso é simplesmente impossível, há demasiadas variáveis envolvidas. O propósito de qualquer modelo construído neste contexto é o de nos permitir compreender algumas propriedades globais, e para isso temos de começar por simplificar (e muito) as hipóteses das quais partimos.

Vamos então supor o seguinte: temos *N* (ímpar) indivíduos, e a cada um deles é pedido que escolha entre um lado A ou um lado B (mais genericamente, uma escolha para a qual só existem duas possibilidades). Assumimos que todos decidem independentemente uns dos outros, sem comunicarem entre si. Depois de todos escolherem, aqueles que pertencem ao lado minoritário (aquele que foi escolhido por menos indivíduos) ganham 1 ponto, enquanto que os restantes não ganham nada.

Em que é que esta situação está relacionada com o modelo que queremos construir? Na verdade, o parágrafo anterior descreve o *Minority Game* (MG), um modelo introduzido pela primeira vez em 1997 por D. Challet e Y. Zhang, e que retrata num molde simplista tanto os mercados financeiros (onde é prejudicial se todos decidem comprar ou vender determinada acção ao mesmo tempo) como muitas situações do dia-a-dia: Em hora de ponta, tentamos perceber qual o percurso com maior trânsito e evitá-lo… Ao marcar férias para um certo destino, procuramos que seja numa altura em que não tenha demasiada gente…

O MG foi inspirado num problema antes proposto por W. Brian Arthur – o *El Farol Problem* – que parte de pressupostos muito semelhantes. Com este problema, W. Arthur mostrou que, ao contrário do raciocínio perfeito, lógico e dedutivo que se assume nas teorias económicas tradicionais, em situações onde não há informação suficiente disponível tem de se utilizar o raciocínio indutivo, que parte do particular para o geral. Ou seja, como não é possível prever o que vão fazer os outros jogadores (a palavra aplica-se de facto, já que se trata mesmo de um jogo), o melhor é escolher com base na experiência e aprender com os erros passados.

Voltemos então ao MG. As decisões são tomadas com base num conhecimento comum dos últimos resultados, mas apenas de qual o lado que ganhou, e não do número concreto de indivíduos que optou por cada um dos lados. Podemos assim adoptar uma representação binária, para facilitar: fixando-nos num determinado lado (A, por exemplo), 1 significa ser vencedor, e 0 significa o contrário. Supomos também que os jogadores têm memória limitada – conseguem apenas reter os últimos *M* resultados, e baseiam-se neles para fazer as suas escolhas. Definindo estratégia como a próxima acção a tomar dada uma sequência de *M* bits concluímos facilmente que para M bits conseguimos definir 2^M sequências distintas, e existem portanto

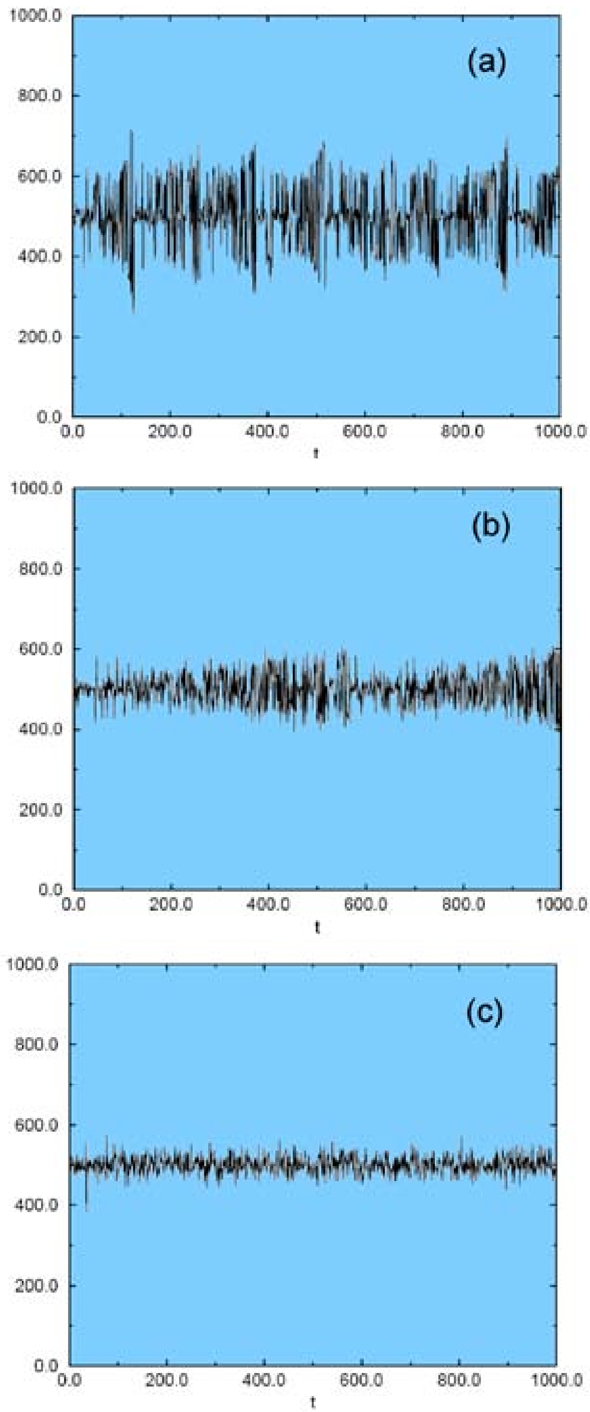

Figura 1 - *Attendance number* do lado A (número de indivíduos que escolhe o lado A) em função do número de iterações, para N=1001, com (a) M=6, (b) M=8, (c) M=10.

2^{2^M} estratégias possíveis no total. São seleccionadas, de forma aleatória e com reposição, S (dessas 2^{2^M}) para cada indivíduo, e a escolha de uma delas, a cada tomada de decisão, é feita com base num sistema de pontuação virtual: no final de cada iteração, cada jogador atribui 1 ponto (virtual) às estratégias que previram de forma correcta o resultado tendo em conta a sequência *M*, enquanto que as que falharam não recebem qualquer ponto. De notar que esta pontuação virtual é totalmente independente da pontuação real, consequência de se escolher o lado minoritário.

E o que é que D. Challet e Y. Zhang descobriram, partindo destas hipóteses? Vários resultados interessantes. Antes de mais, comecemos por notar algo "óbvio": se apenas um indivíduo escolher o lado minoritário, apenas ele recebe 1 ponto, enquanto que o resto da população não recebe nada; se o número máximo possível de jogadores escolher esse lado minoritário (ou seja, $(N\text{-}1)/2$), são atribuídos $(N\text{-}1)/2$ pontos no total. Do ponto de vista do interesse da população como um todo, é muito mais vantajosa a segunda situação, pois os recursos disponíveis são aproveitados ao máximo – mas é também um caso que requer cooperação e organização entre os jogadores, algo que não está implícito no mecanismo e que portanto terá de surgir de forma espontânea caso venha a acontecer.

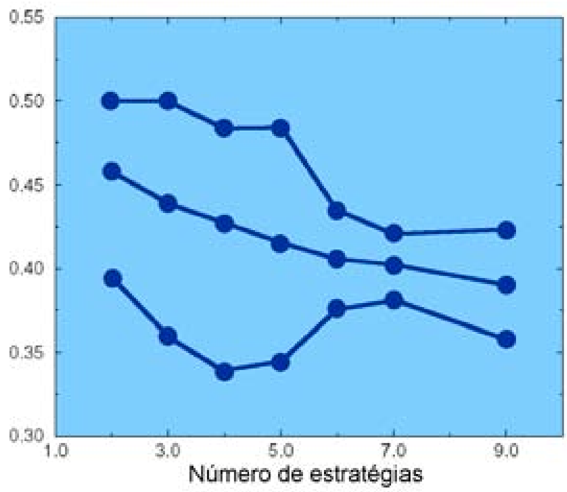

Figura 2 – Taxa de sucesso em função do número de estratégias S, para N=1001, M=5.

A COOPERAÇÃO SURGE ESPONTANEAMENTE

Olhando agora para os resultados da Fig. 1, vemos que por mais surpreendente que pareça é isso mesmo que acontece, não importa o valor de M - o número de jogadores que escolhem cada lado é sempre muito próximo do valor ideal, $(N\text{-}1)/2$. De alguma forma, surge espontaneamente cooperação e organização, apesar de os agentes estarem a jogar de forma independente entre si, de não haver qualquer comunicação entre eles. Este resultado já havia sido encontrado no *El Farol Problem*, e é um resultado robusto, que não depende do tipo de estratégias ou dos valores dos parâmetros. Além disso, vemos que a memória tem de facto influência – quanto maior é M, menores são as flutuações, o que significa que os recursos disponíveis são melhor explorados.

E S, será que tem influência? O que acontecerá se os jogadores tiverem agora ao seu dispor uma maior diversidade de estratégias, a partir das quais escolher? Esperaríamos provavelmente que fossem mais bem sucedidos, mas de facto sucede o contrário! Quanto maior é S, menor é a taxa de sucesso, como podemos ver na Fig. 2. O que acontece é que os indivíduos mudam mais frequentemente de estratégia, tendo em conta a pontuação virtual, o que acaba por ser prejudicial, pois nesse momento essa estratégia pode "parecer" melhor que as outras mas depois acaba por se revelar pior.

Estes são apenas alguns dos muitos resultados curiosos que foram obtidos logo com a versão original do MG. A partir daqui podem ser introduzidas inúmeras modificações e/ou extensões (sendo uma das mais interessantes a da evolução de Darwin aplicada a este contexto), que trazem consigo também um sem-número de surpresas. Até à data, já foram publicadas centenas e centenas de artigos sobre o MG, não estando o conhecimento sobre ele de forma alguma esgotado. Apesar de o estudo do MG ter começado computacionalmente, observando e interpretando simulações, não tardou muito a que começasse a ser explorado também do ponto de vista analítico, estudando parâmetros, regimes e transições de fase. Na verdade, o conhecimento que agora temos sobre ele é tão sólido que é agora utilizado para fazer novas descobertas noutras áreas, como por exemplo a da psicologia e do comportamento humano, sendo para esse efeito jogado por seres humanos, em condições controladas, e não apenas simulado num computador!

Mais uma vez, se vê a magia da física em acção – como a partir de hipóteses tão simples que quase parecem absurdas, conseguimos obter resultados muito interessantes. Além disso, começamos um ciclo que nunca termina: ao responder a uma questão, logo outras se levantam.

Referências:
D. Challet e Y.-C. Zhang, "Emergence of cooperation and organization in an evolutionary game", Physica A 246, 407 (1997).
W. Brian Arthur, "Inductive reasoning and bounded rationality (The El Farol Problem)", Am. Econ. Assoc. Papers & Proc. 84, 406 (1994).
http://www.unifr.ch/econophysics/minority/ - este site constitui uma enorme base de dados sobre tudo aquilo que tem vindo a ser feito sobre o MG. Inclusivamente, dispõe de um link para o Interactive Minority Game, que permite a qualquer pessoa encarnar a pele de um accionista e entrar ela própria na dinâmica da tomada de decisões (sem qualquer dinheiro real envolvido, claro está...).