Macroeconomia e teoria dos jogos

Mario Henrique Simonsen*

A teoria dos jogos só chegou è macroeconomia na década de 80. Em compensação, chegou com força suficiente para destronar a revolução das expectativas racionais que havia dominado o pensamento macroeconômico da década de 70. Esse é o tema do presente artigo. A ligação entre as duas teorias resulta de um teorema que prova que a hipótese de expectativas racionais equivale à de que participantes de um jogo não-cooperativo localizem imediatamente um equilíbrio de Nash. Isso abre duas críticas à hipótese de expectativas racionais. A primeira resulta de que o conceito de equilíbrio de Nash se refere a jogos com informação completa, quando muitos problemas macroeconômicos devem ser descritos como jogos com informação incompleta. A segunda parte do fato de equilíbrio de Nash significa não-arrependimento, e não necessariamente racionalidade *a priori.* Um participante de um jogo não-cooperativo só tem razões para se comportar como estrategista de Nash se estiver plenamente convencido de que os demais participantes agirão da mesma forma. Isso torna bastante problemática a associação entre racionalidade e equilíbrio de Nash em jogos com grande número de participantes, ou com equilíbrios múltiplos de Nash. O resultado dessas observações é a reformulação da teoria da inflação em termos que se aproximam bem mais do keynesianismo do que da hipótese de expectativas racionais. Em resumo, há muito mais inércia do que supunham Lucas & Sargent. Esse é o tema das oito primeiras seções do presente artigo. Dois outros temas são abordados nas seções seguintes. Primeiro, o da coordenação monetária internacional, baseado no modelo de Canzoneri-Gray. Segundo, o do problema da dívida externa dos países em desenvolvimento, que se presta a interessantes explorações em termos de teoria dos jogos.

1. Introdução

Quando von Neumann e Morgenstern publicaram o *Theory of games and economic behavior,* não faltou quem imaginasse que a teoria dos jogos revolucionasse de imediato o pensamento econômico. De fato, a teoria ia ao âmago da questão, descrevendo como decidem agentes racionais quando seus ganhos dependem não apenas de suas ações, mas também das ações dos demais participantes. Ou seja, tratava de

* Diretor da Escola de Pós-Graduação em Economia da Fundação Getulio Vargas.

caracterizar o que seja decisão racional diante de problemas de interdependência estratégica. Em particular, prometia exorcizar a mais incômoda das ficções da teoria do equilíbrio geral, o leiloeiro walrasiano.

A ligação entre jogos e concorrência imperfeita estabeleceu-se imediatamente, mas isso não era motivo de surpresa. Com efeito, boa parte da teoria dos jogos inspirou-se nos modelos de concorrência imperfeita desenvolvidos no século XIX e na primeira metade do século XX. Em particular, o conceito fundamental de equilíbrio em jogos não-cooperativos com informação completa, o de equilíbrio de Nash, era uma extensão da solução de Cournot para o equilíbrio em oligopólio. O conceito de núcleo em jogos cooperativos era uma extensão da solução de Edgeworth para o problema das trocas, e assim por diante.

No campo da teoria das decisões financeiras, um capítulo do livro de von Neumann e Morgenstern teve impacto imediato: o que tratava da escolha envolvendo risco. Só que este capítulo era um adendo à teoria dos jogos e que se limitava a racionalizar, com uma axiomática aparentemente plausível, a velha hipótese da utilidade esperada, conhecida desde os tempos de Bernouilli.

A teoria dos bens públicos, formalizada por Samuelson, também pode ser classificada como mais uma grande aplicação da teoria dos jogos à análise econômica. Em síntese, ela mostrava – o que se tornou popular com o "dilema dos prisioneiros" atribuída a A.W. Tucker – que um equilíbrio de Nash pode não ser eficiente no sentido de Pareto. Só que a teoria dos jogos necessária para se chegar a esta conclusão não era a desenvolvida por von Neumann, Morgenstern, Nash e Kuhn, mas a conhecida desde os tempos de Cournot.

Para juntar a macroeconomia com a teoria dos jogos, passaram-se quase 40 anos. De um lado, a teoria dos jogos precisou refinar-se, de outro, a macroeconomia precisou reestruturar-se.

No que diz respeito à teoria dos jogos, o maior problema, e que será discutido na seção 2 do presente artigo, era firmar a vinculação entre comportamento racional em jogos não-cooperativos e equilíbrio de Nash. De fato, o conceito de Nash descreve apenas não-arrependimento, e não necessariamente racionalidade *a priori*. Pode-se passar ao largo do problema em jogos de duas pessoas soma zero, mas não em jogos de soma variável, sobretudo os de grande número de pessoas. A idéia de que participantes inteligentes de um jogo não-cooperativo localizam imediatamente um equilíbrio de Nash gera um número de paradoxos bem conhecidos, como o da "cadeia de lojas", devido a Selten. Há outros paradoxos mais simples, e que serão discutidos na seção 2.

A teoria dos jogos encontrou duas saídas formais para o problema. A primeira foi o desenvolvimento da teoria dos jogos repetidos. A segunda, a teoria dos jogos de informação incompleta. No último caso, como cada participante ignora os ganhos dos outros, é impossível localizar um equilíbrio de Nash de uma só vez. Nenhuma dessas saídas é inteiramente satisfatória, pelo menos na atual etapa de conhecimentos. Contudo, a teoria dos jogos repetidos, sobretudo a dos jogos repetidos com informação incompleta, sugere uma nova dinâmica econômica em que cada um vai apreendendo pelas reações dos demais participantes do jogo.

Quanto à macroeconomia, a grande contribuição de Keynes foi estruturar um modelo que explicava por que, a curto prazo, os choques de demanda afetavam as quantidades antes de atingir os preços. A idéia não era nova, e estava por trás de todas as teorias do ciclo econômico do início do século, mas era incompatível com a noção de equilíbrio walrasiano. Pode-se dizer que a análise keynesiana estava na direção da teoria dos jogos, ao tentar descrever o funcionamento de uma economia sem o leiloeiro walrasiano. Só que Keynes não se deu ao cuidado de inserir as suas três hipóteses fundamentais, a de resistência dos salários nominais à queda, a de estabilidade da função consumo com propensão marginal a consumir positiva mas menor do que um, e a de dependência da procura de moeda em relação à taxa de juros nominal, em qualquer contexto de otimização das decisões individuais.

Nos 35 anos que se seguiram à publicação da *Teoria geral do emprego,* os economistas trataram de reconstruir a macroeconomia dentro de um contexto de otimização das decisões individuais.

A primeira tarefa, levada a cabo por Friedman e Modigliani, foi a racionalização da função consumo. A segunda, devida a Tobin e Baumol, foi a reestruturação da teoria monetária keynesiana. Por último, a teoria aceleracionista da curva de Phillips substituiu com vantagem a hipótese de rigidez dos salários nominais. Combinando-se a teoria aceleracionista com a hipótese de expectativas adaptativas de Cagan, mais as curvas IS e LM, chegava-se à completa síntese neoclássico-keynesiana: a curto prazo, os choques de demanda refletiam-se nas quantidades; a longo prazo, apenas nos preços.

Só que a hipótese de expectativas adaptativas era mais um expediente *ad hoc,* e que logo foi destruído pela revolução das expectativas racionais, devida a Lucas e Sargent. Mas a macroeconomia das expectativas racionais representava o retorno ao sistema walrasiano, a menos de concessões mínimas ao keynesianismo, referentes aos efeitos da política monetária inesperada e à inércia de Fischer-Taylor provocada pelos contratos salariais justapostos. No final da década de 70, os keynesianos sobreviviam, mas em aparente inferioridade intelectual diante dos novos clássicos.

Na década de 80, a teoria dos jogos iria restabelecer o prestígio dos keynesianos com nova munição teórica. Um marco fundamental, sugerido por Townsend em 1978, ampliado por Evans em 1983, e pelo autor deste artigo em 1986, foi a demonstração de que a hipótese de expectativas racionais equivale a de que participantes de um jogo não-cooperativo de *n* pessoas localizem imediatamente um equilíbrio de Nash, assunto de que trataremos na seção 3 deste trabalho. De onde se conclui que as objeções à hipótese de expectativas racionais necessariamente ferem o conceito de equilíbrio de Nash como protótipo de comportamento racional. Isso se pode desenvolver em duas linhas: a) admitindo que os jogos macroeconômicos são de informação incompleta; e b) questionando o próprio conceito de equilíbrio de Nash em jogos de informação completa.

O presente trabalho seleciona algumas aplicações recentes da teoria dos jogos à macroeconomia. A seção 4 começa por um exercício simples, desenvolvido por Armínio Fraga e Sérgio Werlang, e que interpreta a inflação como conflito distributivo num regime de moeda passiva. A seção 5 resume vários modelos que tratam de credibilidade no combate à inflação, dentro da idéia de que credibilidade não é algo que cai do céu, mas que se conquista. A seção 6 desenvolve um modelo nessa linha, como jogo de informação incompleta. Uma variante desse modelo, e que lembra a conquista da dominância de Stackelberg, apresenta-se na seção 7: trata-se do problema de inflação e determinação dos salários numa economia com centrais sindicais.

A seção 8 apresenta um modelo de inércia inflacionária desenvolvido pelo autor deste artigo. A idéia, agora, é que um equilíbrio de Nash não necessariamente se coordena de imediato num jogo não-cooperativo de n pessoas. Mais ainda, que as políticas de rendas podem ser usadas para apressar essa coordenação.

A seção 9 cuida de um outro tópico altamente importante, o da coordenação monetária internacional. O ponto de partida é a análise de Canzoneri-Gray sobre o problema. Finalmente, a seção 10 explora algumas possibilidades da teoria dos jogos na explicação de um outro problema, a dívida externa dos países em desenvolvimento.

2. Racionalidade em jogos não-cooperativos

Um jogo não-cooperativo de n pessoas e com interferência da natureza descreve-se, na forma normal, da seguinte maneira: 1. Cada jogador dispõe de um conjunto X_i de estratégias, X_1 para o primeiro, X_2 para o segundo,... X_n para o enésimo. 2. Cada jogador i deve escolher uma estratégia $x_i \epsilon X_i$ sem poder comunicar-se com os demais. 3. Cada jogador escolhe sua estratégia sem saber as estratégias escolhidas pelos demais nem que estado da natureza ocorrerá. 4. A utilidade de cada jogador depende das estratégias escolhidas, por ele e pelos demais jogadores, e do estado da natureza que se realizar. 5. Os estados da natureza podem ocorrer de acordo com um sistema conhecido de probabilidades objetivas. Isto posto, a utilidade esperada de cada jogador será:

$$EU_i = F_i(x_1, x_2, \ldots, x_n)$$

O conceito mais popular de equilíbrio em jogos não-cooperativos é devido a Nash. Trata-se de um conjunto de estratégias $\{\hat{x}_1, \hat{x}_2, \ldots, \hat{x}_n\}$ uma para cada jogador, tal que nenhum deles possa aumentar a sua utilidade esperada mudando unilateralmente de estratégia, isto é, tal que, para qualquer $x_i \epsilon X_i$.

$$F_i(\hat{x}_1, \hat{x}_2, \ldots, \hat{x}_{i-1}, \hat{x}_i, \hat{x}_{i+1}, \ldots, \hat{x}_n) \geqslant$$

$$F_i(\hat{x}_1, \hat{x}_2, \ldots, \hat{x}_{i-1}, x_i, \hat{x}_{i+1}, \ldots, \hat{x}_n) \quad (i = 1, \ldots, n)$$

A idéia é uma extensão do equilíbrio de oligopólio de Cournot. Até que ponto ela corresponde a comportamento racional em jogos não-cooperativos, eis o nó da questão. É claro que se cada jogador, ao escolher sua estratégia, conhecesse as escolhas dos demais, e se considerasse incapaz de afetar estas escolhas, um equilíbrio de Nash representaria simplesmente o resultado da maximização da utilidade esperada de cada jogador. A questão é que um jogo não-cooperativo na forma normal é, por definição, um jogo de informação imperfeita: cada jogador deve escolher a sua estratégia antes de saber a escolha dos demais. Isto leva a várias complicações.

Comecemos pelos jogos sem interferência da natureza (ou, o que dá na mesma, com um único estado possível da natureza). O verdadeiro sentido de equilíbrio de Nash é o de sabedoria *a posteriori:* verificadas as escolhas dos demais participantes, nenhum jogador se arrepende da estratégia que escolheu. Em jogos com diversos estados da natureza, o conceito é híbrido: trata-se de racionalidade ex-ante no que diz respeito aos estados da natureza, mas de sabedoria *a posteriori* no que tange às escolhas estratégicas dos demais jogadores. Com efeito, o que agora cada jogador verifica num equilíbrio de Nash é que ele não poderia ter aumentado a sua utilidade esperada mudando unilateralmente a sua estratégia. Contudo, conhecido o estado da natureza, outra escolha estratégica talvez lhe tivesse proporcionado maior utilidade.

Fiquemos, para simplificar, nos jogos com o único estado da natureza, e que já complicam suficientemente a associação entre racionalidade *a priori* e equilíbrio de Nash. Há dois problemas. Primeiro, muitos jogos práticos são de informação incompleta: cada jogador conhece a sua função utilidade esperada, mas desconhece a dos demais. Nesse caso, não há elementos para calcular o equilíbrio de Nash. Segundo, mesmo em jogos de informação completa, em que cada jogador conhece as utilidades esperadas de todos os demais, o arrependimento de um jogador que se desvie da estratégia de Nash pode acarretar o arrependimento do que jogou a estratégia de Nash.

Um jogo simples ilustra o problema, o jogo da metade da média. Numa sala de aula com um grande número n de alunos, cada um deles é intimado a escrever num pedaço de papel um número real no intervalo fechado [0; 1], sem saber a escolha dos demais. Isto posto, recolhem-se as indicações dos n alunos com as respectivas assinaturas e calcula-se metade da média dos números indicados. Quem tiver escrito um número acima de metade da média nada ganha nem perde. Quem acertar na mosca a metade da média, ganha um prémio de US$ 100. Mas quem tiver escrito um número inferior à metade da média terá que pagar uma multa de US$ 100.

Indiquemos por x_i o número escrito pelo i^ésimo^ aluno. Se cada um deles pudesse adivinhar a escolha dos demais, a maneira de tornar x_i exatamente igual à metade da média, e com isso ganhar o prêmio de US$ 100, seria escolher x_i de modo a se ter:

$$x_i = \frac{1}{2n} \left(x_i + \sum_{i \neq j} x_j\right)$$

ou seja:

$$x_i = \frac{1}{2n-1} \sum_{i \neq j} x_j$$

O conceito de racionalidade em expectativas racionais é o mesmo de equilíbrio de Nash em jogos não-cooperativos: não-arrependimento, ou seja, sabedoria *a posteriori*. Para que tal acontecesse, a equação acima deveria valer para todos os indivíduos, o que exigiria:

$$\sum_{i=1}^{n} x_i = \frac{n-1}{2n-1} \sum_{i=1}^{n} x_i$$

ou seja, $\sum_{i=1}^{n} x_i = 0$. Como todos os x_i devem situar-se no intervalo [0; 1], a única hipótese em que ninguém se arrependeria da escolha (o equilíbrio de Nash do jogo) seria aquela em que todos tivessem escolhidos $x_i = 0$.

É fácil testar como o jogo é efetivamente jogado numa sala de aula com um apreciável número de alunos. Dificilmente alguém escolhe $x_i = 0$, e só em casos raríssimos todos escolhem $x_i = 0$. A razão é que escolher $x_i = 0$ sem a certeza de que os demais farão o mesmo é uma escolha altamente imprudente. Pois basta que alguém escolha $x_j > 0$ para que o estrategista de Nash, que escreveu $x_i = 0$, tenha que pagar a multa de US$ 100, ao invés de recolher o prêmio.

Isso nos leva a um outro conceito, o de estratégia de maximin: trata-se da estratégia que maximiza a utilidade esperada do jogador na pior hipótese quanto às estratégias dos demais jogadores. A título de exemplo, voltemos ao jogo da metade da média. Escolhendo x_i no intervalo [0; 1], o ganho do iésimo jogador será:

$$V_i = 0, \text{ se } x_i > \frac{1}{2n} \sum_{j=1}^{n} x_j, \text{ ou seja, se } x_i > \frac{1}{2n-1} \sum_{j \neq i} x_j$$

$$V_i = +\ 100, \text{ se } x_i = \frac{1}{2n} \sum_{j=1}^{n} x_j, \text{ ou seja, se } x_i = \frac{1}{2n-1} \sum_{j \neq i} x_j$$

$$V_i = -\ 100, \text{ se } x_i < \frac{1}{2n} \sum_{j=1}^{n} x_j, \text{ ou seja, se } x_i < \frac{1}{2n-1} \sum_{j \neq i} x_j$$

Como $0 \leqslant x_j \leqslant 1$, tem-se $0 \leqslant \sum_{j \neq i} x_j \leqslant n\text{-}1$. Segue-se que se $x_i < \frac{n-1}{2n-1}$, o iésimo jogador tanto pode ganhar 0,100 quanto perder 100, conforme a escolha dos demais. Escolhendo $x_i \geqslant \frac{n-1}{2n-1}$, o risco de perder 100 desaparece. Qualquer destas escolhas é uma estratégia de maximin. A estratégia dominante de maximin consiste em escolher:

$$x_i = \frac{n-1}{2n-1}$$

O jogador i, com essa escolha, ganhará US$ 100, se todos os demais escolherem $x_j = 1$, e nada perderá se algum escolher $x_j < 1$.

O que é mais racional? Escolher a estratégia de Nash $x_i = 0$ ou a estratégia dominante de maximin $x_i = (n\text{-}1)/(2n\text{-}1)$? No caso, a estratégia de maximin parece bem mais sensata, mas isso se deve a uma peculiaridade do jogo: quem erra para mais nada perde, quem erra para menos perde o que ganharia se acertasse na mosca metade da média.

Reformulemos a estrutura de pagamentos do jogo, estabelecendo uma multa de US$ 1 para quem escolher x_i acima de metade da média, uma multa de US$ 2 para quem tomar x_i abaixo da metade da média e mantendo o prêmio de US$ 100 para quem acertar na mosca metade da média. As estratégias de Nash e de maximin continuam as mesmas do caso anterior, mas as estruturas de prêmios e punições convidam os jogadores a serem um pouco mais ousados do que no exemplo anterior. Por exemplo, cada um deles pode partir do palpite $\sum_{j \neq i} x_j > (n-1)\, s_i$ onde $0 < s_i < 1$, e tomar:

$$x_i = \frac{n-1}{2n-1}\, s_i\,,$$

ficando a meio caminho entre a estratégia de Nash e de maximin.

O que a discussão acima deixa claro é que comportamento racional, em jogos não-cooperativos, não é um conceito fácil de se estabelecer. Por certo, para uma ampla classe de jogos, os do tipo *A*, o conflito entre as estratégias de Nash e de maximin não existe: são os jogos em que todo equilíbrio de Nash é uma combinação de estratégias dominantes de maximin e vice-versa. Em tais jogos, a própria prudência leva à sabedoria *a posteriori*. Jogos em que cada participante dispõe de uma estratégia dominante (isto é, uma estratégia preferível a qualquer outra, independente do que façam os demais jogadores, como no "dilema dos prisioneiros") pertencem a essa classe. O mesmo acontece com jogos de duas pessoas soma zero com ponto de sela. Um outro exemplo é dado pelo seguinte jogo da média: "cada aluno, numa classe de *n*, deve escolher o número x_i no intervalo fechado [0; 1] ; indicando por:

$$\overline{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} x_i$$

O prêmio do iésimo aluno será:

$$V_i = 1 - (x_i - \overline{x})^2 - (\overline{x} - 0{,}5)^2 \quad "$$

Verifica-se facilmente que as estratégias de maximin e de Nash coincidem, levando todos os alunos a escolher $x_i = 0{,}5$.

É plausível supor que, em jogos não-cooperativos do tio *A*, participantes racionais acertem de saída o equilíbrio de Nash. Isto vale tanto para jogos de informação completa quanto incompleta, pois, para identificar a sua estratégia de maximin, um jogador não precisa conhecer as utilidades esperadas dos demais.

O problema são os jogos do tipo *B*, em que surge o conflito Nash-maximin, como no jogo de metade da média. Como outro exemplo, tomemos o jogo bimatricial (as casas (a, b) da matriz indicando, respectivamente, o ganho *a* do jogador *X* e o ganho *b* do jogador *Y*).

	Y_I	Y_{II}	Y_{III}
X_I	(3; 2)	(−10; 8)	(−3; 5)
X_{II}	(8; 3)	(5; 5)	(−10; 4)
X_{III}	(4; 6)	(5; −8)	(4; 4)

No caso, as estratégias de maximin são X_{III} para o primeiro jogador e Y_{III} para o segundo, assegurando um ganho mínimo igual a 4 para cada um deles. Contudo, o único equilíbrio de Nash é a combinação de estratégias (X_{II}, Y_{II}) e que proporciona um ganho igual a 5 para cada um deles. Mais uma vez, o conceito de racionalidade é ambíguo, mas as estratégias de maximin parecem mais atrativas do que as de Nash. Com efeito, se X se comportar como estrategista de Nash e Y como de maximin, o prejuízo será de X, que tomará um prejuízo igual a 10. Do mesmo modo, se o segundo jogador escolher a estratégia de Nash y_{II} e o primeiro a de maximin X_{III}, o prejuízo igual a 8 será do estrategista de Nash.

Por certo, em jogos com um único equilíbrio de Nash, a repetição pode acabar levando ao equilíbrio. Com efeito, fora do equilíbrio, sempre surge o incentivo para que um jogador tente mudar unilateralmente de estratégia. Como modelar essa convergência para o equilíbrio de Nash é assunto aberto à polêmica. O protótipo clássico é devido a Cournot: cada jogador procura maximizar seu ganho no $n^{ésimo}$ lance, presumindo que os demais parceiros repitam o lance anterior. No exemplo bimatricial anteriormente apresentado, supondo que o ponto de partida seja a combinação $(X_{III}; y_{III})$ de estratégias de maximin, teríamos:

– 1º lance: X_{III}, y_{III};

– 2º lance: X_{III}, y_I;

– 3º lance: X_{II}, y_I;

– 4º lance: X_{II}, y_{II}.

ou seja, o equilíbrio de Nash seria alcançado no quarto lance, mantendo-se daí por diante.

Do mesmo modo, usando o protótipo de Cournot para o jogo de metade da média, e supondo que no primeiro lance todos os jogadores tomem a estratégia dominante de maximin, teríamos, no $t^{ésimo}$ lance,

$$x_{it} = \left\{\frac{n-1}{2n-1}\right\}^t ,$$

convergindo para o equilíbrio de Nash $x_i = 0$ quando t tende para o infinito.

A crítica clássica ao modelo de convergêngia de Cournot é que ele se baseia numa hipótese em que os participantes do jogo erram sistematicamente em suas previsões: cada qual muda de estratégia lance a lance, presumindo que os demais repitam a estratégia do lance anterior, o que é falso. Podem-se desenvolver modelos mais sofisticados de aproximações sucessivas para o equilíbrio de Nash. Nenhum deles, no entanto, escapa a um dilema: num jogo não-cooperativo do tipo B, isto é, em que há conflito entre as estratégias de Nash e de maximin, ou os jogadores se baseiam em hipóteses fálsas ou se comportam com imprudência. Donde se conclui que as primeiras podem ser convenientes, desde que forneçam uma aproximação prudente para o equilíbrio de Nash.

Note-se que a convergência para o equilíbrio de Nash é uma possibilidade, não uma certeza. Em jogos com mais de um equilíbrio de Nash, a questão se complica. A título de exemplo, consideremos o jogo bimatricial:

	Y_I	Y_{II}
X_I	(–20; –20)	(15; –15)
X_{II}	(–15; 15)	(12; 12)

Há, agora, dois equilíbrios de Nash, $(X_I; Y_{II})$ e $(X_{II}; Y_I)$, o primeiro ótimo para o primeiro jogador mas péssimo para o segundo, o outro ótimo para o segundo mas péssimo para o primeiro. Mais ainda, se cada jogador tentar forçar o equilíbrio que lhe é favorável, o primeiro escolhendo a estratégia X_I, o segundo a estratégia Y_I, ambos ficarão no pior dos mundos. O bom senso sugere que ambos os jogadores optem pela combinação de maximin $(X_{II}; Y_{II})$ que assegura a cada um ganho igual a 12, mas isso nada tem a ver com o equilíbrio de Nash. Mais ainda, a dinâmica de Cournot, partindo da combinação de maximin $(X_{II}; Y_{II})$, levaria os jogadores a se alternar entre as combinações $(X_{II}; Y_{II})$ e $(X_I; Y_I)$.

3. Expectativas racionais e equilíbrios de Nash

Estamos agora em condições de provar uma proposição fundamental, na qual se baseia toda a crítica à macroeconomia das expectativas racionais: ela implicitamente supõe que participantes racionais num jogo não-cooperativo localizam imediatamente um equilíbrio de Nash.

Que o funcionamento de uma economia competitiva sem leiloeiro walrasiano é um jogo não-cooperativo é questão que dispensa maiores explicações. Cada agente é obrigado a tomar suas decisões (isto é, a escolher suas estratégias) sem saber como agirão os demais. Os agentes eventualmente podem reunir-se em grupos, como cooperativas e sindicatos, mas feita essa ressalva, não dispõem de maiores informações sobre as estratégias dos demais.

Comecemos pelo caso não-estocástico, em que a hipótese de expectativas racionais equivale à de perfeita previsão. O que diz, no caso, um modelo macroeconômico de expectativas racionais é que um vetor X de variáveis endógenas é determinado por um vetor Y de variáveis exógenas controladas pelo governo:

$$X = f(Y) \tag{3.1}$$

as componentes de X e Y podendo ser datadas, de modo a descrever o comportamento da mesma variável em diferentes períodos.

Que o vetor de variáveis endógenas X resulta de um processo de agregação é imediato. Numa economia com n agentes privados:

$$X = g(X_1, X_2, \ldots X_n, Y) \qquad (3.2)$$

onde X_i é o vetor de decisões do iésimo agente.

Desagregando a economia, o vetor X_i deve ser determinado por um processo de maximização da utilidade $F_i(X_1, X_2, \ldots, X_n, Y)$ do $\text{i}^{\text{ésimo}}$ agente. Numa economia competitiva, é plausível supor que cada agente se julgue capaz de mudar sua estratégia sem alterar a dos demais. Esta hipótese determina a sua função de reação:

$$X_i = H_i(X_1, \ldots, X_{i-1}, X_{i+1}, \ldots, X_n, Y) \quad (i = 1 \ldots n) \qquad (3.3)$$

Suponhamos que o sistema de equações de reação seja determinado, dado Y. A hipótese de perfeita previsão implica que os vetores $X_1, X_2, \ldots, X_n$ obedeçam às equações de reação (3.3), cuja solução dá:

$$X_i = h_i(Y) \qquad (3.4)$$

Isto posto, a equação (3.1), que sintetiza o modelo macroeconômico, resulta das relações (3.2) e (3.4), tomando-se:

$$X = g(h_1(Y), h_2(Y), \ldots, h_n(Y), Y) = f(Y)$$

A relação entre hipótese de expectativas racionais e equilíbrio de Nash torna-se evidente. O vetor X de variáveis endógenas é uma função dos vetores de decisão individual $X_1, X_2, \ldots, X_n$. A decisão ótima X_i de cada indivíduo i é função $H_i(X_1, \ldots, X_{i-1}, X_{i+1}, \ldots, X_n, Y)$ das decisões dos demais indivíduos e do vetor de política econômica Y. O problema da interdependência entre os indivíduos soluciona-se pela resolução do sistema de equações de reação, dado o vetor de variáveis de política Y. Ou seja, encontrando-se, para cada Y, o equilíbrio de Nash do jogo entre os n agentes privados.

Num modelo de expectativas não-racionais, dado Y, os X_i não são determinados pelo sistema de equações (3.3), mas por equações do tipo

$$X_i = H_i(X^*_{1i}, \ldots, X^*_{i-1,i}, X^*_{i+1,i}, \ldots, X^*_{ni}, Y),$$

como nos modelos de equilíbrio temporário da teoria do equilíbrio geral. A construção destes modelos é bem mais complicada, em tese, exigindo que se especifique como se estabelece X^*_{ki} para cada $k \neq i$. A hipótese de expectativas racionais elimina essa complicação, tomando $X^*_{ki} = X_k$.

Uma complicação possível é que o sistema de equações de reação (3.3) tanto pode ser determinado, impossível quanto indeterminado. O primeiro caso corresponde à descrição acima apresentada. O segundo, à inexistência de equilíbrio de Nash, e, portanto, à inexistência de equilíbrio com expectativas racionais. O terceiro caso é o de equilíbrios múltiplos de Nash, o que leva à multiplicidade de equilíbrios com expectativas racionais, como no modelo IS-LM.

Passemos agora ao caso estocástico, e que exige algumas hipóteses adicionais. Designando por E_L a esperança condicional ao conjunto de informações disponível L é preciso supor que a utilidade esperada de cada agente privado:

$$E_L F_i (X_1, X_2, \ldots, X_n, Y) = F_i (X_1, X_2, \ldots, X_n, E_L Y)$$

o que só se verifica sob certas hipóteses, como a de que a utilidade $F_i(X_1, X_2, \ldots, X_n, Y)$ seja função linear de Y. Isto posto, o equilíbrio de Nash entre os agentes privados dá:

$$X_i = h_i (E_L Y)$$

Tendo em vista a equação (3.2), segue-se que:

$$X = Z (E_L Y, Y),$$

dentro do protótipo da macroeconomia das expectativas racionais.

4. Inflação e conflito distributivo

A idéia de inflação como conflito distributivo é velha como Matusalém: a inflação resultaria da tentativa da sociedade de distribuir o produto nacional em partes de soma superior ao todo. Obviamente, a idéia lastreia-se na hipótese de que a política monetária seja passiva. Visto isto, cabe indagar porque o conflito distributivo não leva a inflação para o infinito.

Os modelos mais simples solucionam o conflito distributivo supondo que os assalariados sejam passados para trás pela inflação. Especificamente, no período t, os assalariados conseguem uma fração c do produto real Y (constante no tempo), aos preços P_{t-1} do período anterior. Isto posto, a renda nominal dos assalariados no período t é dada por:

$$W_t = cP_{t-1}Y \tag{4.1}$$

Os capitalistas formam os preços de modo que seus lucros sejam uma fração m dos salários:

$$L_t = mW_t = mcP_{t-1}\bar{Y} \tag{4.2}$$

A soma dos salários e lucros nominais é o produto nominal:

$$W_t + L_t = (1+m)\, cP_{t-1}Y = P_tY \tag{4.3}$$

A incompatibilidade distributiva descreve-se pela hipótese:

$$k = (1+m)\, c > 1 \qquad (4.4),$$

onde k é apelidado coeficiente de incompatibilidade distributiva. Isto posto, o sistema se equilibra com a taxa de inflação:

$$\frac{P_t}{P_{t-1}} - 1 = k-1 \tag{4.5}$$

O bolo nominal dividindo-se entre a fatia dos assalariados,

$$\frac{W_t}{P_t Y} = \frac{1}{1+m}, \tag{4.6}$$

e a dos capitalistas:

$$\frac{L_t}{P_t Y} = \frac{m}{1+m} \tag{4.7}$$

O defeito óbvio do modelo é que ele pressupõe que os assalariados sofram de incurável ilusão monetária. A fatia c que eles pretendem obter do bolo em nada afeta o seu ganho real, o qual, pela equação (4.6), fica apenas à mercê do arbítrio dos capitalistas, que fixam m. Pode-se tentar aprimorar o modelo, substituindo a equação (4.1) por:

$$W_t = cP_t^* Y, \tag{4.1.a}$$

onde P_t^* é o índice de preços previsto pelos assalariados para o período t. Só que, na medida em que se mantenha a hipótese

$$L_t = mW_t,$$

as fatias distributivas continuarão sendo determinadas pelas expressões (4.6) e (4.7). O coeficiente de incompatibilidade distributiva agora determina não necessariamente a taxa de inflação, mas o excesso da inflação efetiva sobre a esperada:

$$k = \frac{P_t}{P_t^*} \tag{4.8}$$

Os assalariados continuam sendo as únicas vítimas da ilusão monetária, ainda que num grau um pouco mais sofisticado. De fato, perfeita previsão e incompatibilidade distributiva não se acertam com a equação (4.8).

Uma descrição bem mais imaginativa da inflação como conflito distributivo foi apresentada por Fraga & Werlang (1983). A descrição que se segue é uma adaptação do modelo construído por estes dois economistas brasileiros.

Tomemos uma economia com n indivíduos de iguais dotações, onde o produto *per capita* seja igual a y. Supõe-se que, no período 0, o índice de preços tenha sido igual a 1. Logo, se se designa por P o índice de preços no período *1*, a taxa de inflação nesse período será igual a P-1.

A hipótese central do modelo é que, devido à política monetária passiva, cada indivíduo possa fixar à vontade a sua renda nominal R_i para o período 1. Como o produto nominal é igual a nPY tem-se a restrição:

$$R_1 + R_2 + \ldots + R_n = nPY \tag{4.9}$$

Supõe-se agora que todos os indivíduos têm a mesma função utilidade:

$$U_i(R_i, P) = V_1(R_i/P) - V_2(P-1) \tag{4.10}$$

V_1 (R_i/P) é a utilidade da renda real, crescente e estritamente côncava em R_i/P; V_2 $(P\text{-}1)$ e a desutilidade da instabilidade de preços, estritamente convexa, com um mínimo V_2 $(0) = 0$, isto é, para preços estáveis. Isso implica que V_2 $(P\text{-}1)$ seja decrescente para $P < 1$ e crescente para $P > 1$.

Apesar da política monetária passiva, o conflito distributivo não leva agora a inflação ao infinito por uma razão. Cada indivíduo sabe que, ao elevar unilateralmente a sua renda nominal R_i, eleva a sua renda real, o que lhe é benéfico, mas também aumenta a taxa de inflação. Segue-se que, num equilíbrio de Nash, cada agente econômico eleva sua renda nominal até o ponto em que a utilidade marginal da renda real seja igual à desutilidade marginal da taxa de inflação. As condições de primeira ordem de maximização expressam-se por:

$$\frac{\partial U_i}{\partial R_i} + \frac{\partial U_i}{\partial P} \quad \frac{\partial P}{\partial R_i} = 0,$$

ou, tendo em vista as relações (4.9) e (4.10):

$$\frac{1}{P^2} \; (P - R_i/ny) \; V_1' \; (R_i/P) \; - \; \frac{1}{ny} \; V_2'(P-1) = 0$$

Como o sistema é simétrico, em equilíbrio tem-se $R_i = PY$. Conclui-se que o equilíbrio de Nash é determinado pela equação:

$$y(n-1) \; V_1' \; (y) = PV_2' \; (P-1) \tag{4.11}$$

a verificação das condições de segunda ordem de maximização se conseguindo com suaves algebrismos.

Examinemos a equação (4.11). No primeiro membro, V_1' (y) é a utilidade marginal da renda real ao nível de renda *per capita y*, ou seja, uma constante. O segundo membro é negativo para $P < 1$, nulo para $P = 1$ e positivo e crescente para $P > 1$. A conclusão, nada surpreendente, é que a taxa de inflação de equilíbrio $P\text{-}1$ é tanto maior quanto maior o número n de participantes da sociedade. Como $n = 1$, o conflito distributivo desapareceria, o sistema se equilibrando com inflação zero.

Embora extremamente simplificado e esquemático, o modelo de Fraga & Werlang explica um problema importante: numa sociedade com política monetária passiva, quanto mais dispersos os grupos de pressão, maior a taxa de inflação. Assim, por exemplo, com n sindicatos setoriais, a inflação será muito maior do que aquela que ocorreria se todos os trabalhadores se unissem numa central sindical. A razão é simples. Para os trabalhadores em conjunto, os aumentos salariais que sejam repassados aos preços nada significam em termos de ganho real. Mas, para os trabalhadores de uma indústria específica, digamos, a de sapatos, o aumento salarial, ainda que repassado aos preços é benéfico, pois esses trabalhadores só gastam uma parcela ínfima de sua renda na compra de sapatos. Obviamente o benefício se perde quando todos os setores passamos a atuar da mesma forma, e o resultado é um equilíbrio de Nash não eficiente no sentido de Pareto.

Em nenhuma sociedade real, a política monetária costuma ser tão passiva quanto supõe o modelo, a ponto de cada agente econômico poder fixar à vontade a sua renda nominal. Apesar disso, o modelo de Fraga & Werlang vale por várias razões: primeiro por mostrar como o conflito distributivo pode resolver-se com perfeita previsão da inflação; segundo, por sugerir que a estabilidade de preços deve ser visualizada como um bem público; terceiro, por dar amparo teórico a idéias como pacto social e políticas de rendas.

Uma conclusão sugerida pelo modelo é que o combate à inflação se simplifica quando os trabalhadores se unem numa central sindical. Com efeito, a central não teria incentivo a pleitear aumentos de salários que fossem repassados aos preços. Supondo que os aumentos salariais fossem a única fonte de inflação, tudo se passaria como se $n=1$ na equação (4.11).

Os problemas criados pelas centrais sindicais serão discutidos mais adiante. A questão fundamental é que uma central sindical não necessariamente aceita comportar-se como estrategista de Nash, mas pode querer conquistar a dominância de Stackelberg. Além do mais, o jogo pode envolver informação incompleta, o que leva a respeitáveis complicações.

5. Credibilidade e política antiinflacionária

De acordo com a teoria das expectativas racionais, um programa indolor de combate à inflação seria perfeitamente viável, desde que fosse recebido com a necessária credibilidade. Na pior das hipóteses, o programa teria que ser gradualista, para ajustar-se à inércia de Fischer & Taylor provocada pelos contratos salariais justapostos.

As experiências de combate à inflação na OCDE da década de 1980 custaram a maior recessão vivida pelo mundo ocidental desde a Grande Depressão, o que sugere que havia algo errado na hipótese de credibilidade à moda de Lucas & Sargent. Vários modelos da teoria dos jogos procuraram, recentemente, enfrentar o problema sob uma ótica bem mais plausível: credibilidade não cai do céu, mas é algo que se conquista (ou se perde) durante o programa de estabilização. Modelos desse tipo foram desenvolvidos por Barro & Gordon (1983 a, b), Backus & Driffill (1984 a, b) e Rogoff (1986). A análise que segue resume as idéias centrais desses modelos.

Um novo governo toma posse e anuncia, de saída, que tornará a taxa de inflação igual a zero. O setor privado aí ajusta os salários nominais tomando uma taxa de inflação esperada igual a x^e. Isto feito, pelo controle de algum agregado monetário relevante, o governo fixa a taxa efetiva de inflação x. O desvio percentual y do produto real em relação ao pleno emprego (medido em logaritmos) é dado pela curva de Phillips à Gray-Fischer:

$$y = b\ (x - x^e) \tag{5.1}$$

O governo é avesso à inflação e à mentira, mas gosta de níveis altos de emprego, inclusive além da taxa natural. Sua utilidade é expressa por:

$$U_g = 2a\,(x - x^e) - x^2 - k\,(x), \tag{5.2}$$

onde $k(x) = 0$ se $x = 0$ e $k(x) = k$ se $x \neq 0$. No caso, k é o custo da mentira para o governo, isto é, o custo de fixar $x \neq 0$.

Diremos que o governo é:

$$\text{a) forte, se } k > a^2; \tag{5.3.a}$$
$$\text{b) fraco, se } k < a^2, \tag{5.3.b}$$

desprezando a coincidência $k = a^2$.

O setor privado é avesso a ambos, aos desvios de produto e à inflação, tendo como função utilidade:

$$U_p = -(x - x^e)^2 - cx^2 \tag{5.4}$$

Analisemos o jogo em várias etapas:

5.1 Jogo num só lance com informação completa

O governo possui uma estratégia dominante, qual seja:

a) $x = 0$, se $k > a^2$ (governo forte)
b) $x = a$, se $k < a^2$ (governo fraco)

Conhecendo a estratégia dominante do governo, o setor privado maximiza a sua utilidade tomando $x^e = x$. Isto posto, têm-se, como únicos equilíbrios de Nash:

a) $x = x^e = 0$, no caso de governo forte;
b) $x = x^e = a$, no caso de governo fraco.

Note-se que as utilidades são $U_g = U_p = 0$, no caso de governo forte, $U_g = -a^2 - k$, $U_p = -ca^2$, no caso de governo fraco. De onde se conclui que o equilíbrio com governo forte é Pareto-superior ao equilíbrio com governo fraco.

5.2 Jogo repetido indefinidamente com informação completa

No caso de governo forte, o único equilíbrio de Nash continua sendo $x = x^e = 0$ em todos os lances.

No caso de governo fraco, há mais de um equilíbrio de Nash. Um deles repete $x = x^e = a$ em todos os lances. Outro leva à solução Pareto-eficiente por uma combinação de estratégias de disparo: a) no período t o governo fixa $x_t = 0$, desde que para $s \leqslant t$ o setor privado tenha tomado $x_s^e = 0$; se, no período T, o setor privado tomar $x_T^e \neq 0$, o governo fixará $x_t = a$ para todo $t \geqslant T$; b) o setor privado toma $x_t^e = 0$ desde o primeiro lance, enquanto verificar que o governo responde com $x_t = 0$. Se, em algum lance T, o governo fixar $x_T \neq 0$, o setor privado retrucará com $x_r = a$ para todo $r > T$.

A situação é semelhante à do "dilema dos prisioneiros" repetido indefinidamente. Há uma infinidade de outras estratégias, com punições menos draconianas, que levam à realização do equilíbrio de Nash Pareto-eficiente $x_t = x_t^e = 0$ em todos os períodos.

O problema é que o modelo parte de duas hipóteses pouco realistas: a) a de que os governos tenham duração infinita, o que não é o caso; um governo fraco com um horizonte finito certamente fixaria $x_T = a$ no último período; b) a de que o setor privado possa ser tratado como um único jogador, o que só é razoável no caso em que os salários são fixados por centrais sindicais. Contudo, o equilíbrio Pareto-eficiente lastreia, até certo ponto, a idéia de pacto social, como forma de conseguir a estabilização de preços mesmo com um governo fraco.

5.3 Jogo num só lance com informação incompleta

Suponhamos agora que o setor privado conheça o parâmetro a, mas ignore k, isto é, não saiba se o governo é fraco ou forte. Como o setor privado deve fixar x^e antes de conhecer x, há duas hipóteses de modelagem:

a) o setor privado é capaz de atribuir probabilidades subjetivas: p, de que o governo seja fraco, 1-p de que o governo seja forte. Supondo que (5.4) seja uma utilidade de von Neumann-Morgenstern, como U_p é função côncava de x_e, as estratégias puras são preferíveis às mistas. O setor privado maximiza a utilidade esperada, tomando

$$x_e = pa; \tag{5.5}$$

b) o setor privado é incapaz de atribuir probabilidades subjetivas como no item a, por absoluta falta de informação. Tendo em vista que as utilidades do setor privado são:

$$U_p = -x_e^2, \text{ se } x = 0, \text{ isto é, no caso de governo forte;}$$

$$U_p = -(a - x_e)^2 - ca^2, \text{ se } x = a, \text{ isto é, no caso de governo fraco,}$$

verifica-se agora que a estratégia de maximin consiste em tomar:

$$x_e = \frac{1+c}{2} a, \text{ se } c \leqslant 1 \qquad (5.6.1)$$

$$x_e = a, \text{ se } c \geqslant 1 \qquad (5.6.2)$$

5.4 Jogo repetido com informação incompleta

No caso, um governo forte continua fazendo $x_t = 0$ em todos os lances. Mas um governo fraco pode ter interesse em fingir-se de forte, na medida em que isso afete as expectativas do setor privado. Em suma, se, em algum período, se tiver $x_t \neq 0$, o setor privado descobrirá que o governo é fraco. Sabendo disso, das duas uma, ou o governo insiste em $x_t = 0$, ou revela sua fraqueza com o máximo de ganho, escolhendo a estratégia dominante a curto prazo $x_t = a$. Só que a verificação de que $x_t = 0$ para $1 \leqslant t \leqslant T$ não prova que o governo seja efetivamente forte. Simplesmente ele poderá estar fingindo, para afetar as expectativas do setor privado.

A modelagem do jogo é bastante complicada, e dificilmente escapa a hipóteses bastante ingênuas. Em síntese, um governo forte sempre mantém $x_t = 0$, mas um governo fraco pode, nos primeiros lances do programa de estabilização, também manter $x_t = 0$ para esconder a sua fraqueza e com isso afetar as expectativas do setor privado. Sucede que o setor privado conhece as firulas do jogo. Isto posto, na medida em que o governo fraco não consiga reverter rapidamente as expectativas inflacionárias, é provável que ele acabe revelando sua fraqueza, desistindo do programa de estabilização e tomando, em algum período, $x_t = a$. Os modelos matemáticos que racionalizam como isso acaba acontecendo cheiram a ficção científica. Backus & Driffill, por exemplo, imaginam que o governo fraco e o setor privado se envolvam num jogo de covardes, na linha de Kreps-Wilson, tentando construir uma reputação que não merecem. A reputação conquista-se escolhendo estratégias mistas (com probabilidade de revelar ou não a fraqueza), onde o acaso determina quem ganha de quem. Rogoff, com muita razão, critica esse modelo, que não só imagina que o setor privado esteja unido numa central sindical, como admite que o Banco Central decida a política monetária de cada período por algum jogo de cara ou coroa. Só que a solução de Rogoff, embora mais sensata, além de supor que exista uma distribuição de probabilidade conhecida quanto ao coeficiente de aversão à mentira k, imagina que todos os agentes privados sejam, como ele, grandes mestres do xadrez. Um modelo alternativo de conquista de credibilidade será desenvolvido na próxima seção.

6. Um modelo de conquista de credibilidade

Imaginemos que, até o período 0, uma economia conviva com uma taxa efetiva de inflação igual à taxa esperada $x = x^e = a$. Um novo governo com T períodos de mandato se empossa no período 1, e promete manter a inflação em zero, isto é, fixar $x_1 = \ldots = x_T = 0$. O novo governo possui a função utilidade (5.2), mas pode diferir de seu antecessor pelos coeficientes k de aversão à mentira, e pelo coeficiente v de desconto das utilidades futuras. Dado isto, a utilidade descontada do governo expressa-se por:

$$U_G = \sum_{t=1}^{T} v^t (2a(x_t - x_t^e) - x_t^2 - k(x_t)) \tag{6.1}$$

Em cada período, a expectativa inflacionária é determinada por um agente privado diferente, cuja utilidade esperada é:

$$U_p = -(x_t - x_t^e)^2 - cx_t^2 \tag{6.2}$$

Como na seção precedente, em cada período o governo fixa x_t após conhecer x_t^e.

A idéia de que a expectativa inflacionária de cada período é determinada por agente privado diferente é um artifício destinado a resumir uma complicação que será descrita na seção 8: falta coesão ao setor privado para orquestrar um problema intertemporal de maximização.

Supõe-se que os agentes privados conheçam a forma funcional (6.1), conhecendo a taxa de inflação de equilíbrio a, mas desconhecendo os parâmetros k, v, estimando-os de acordo com alguma distribuição de probabilidades subjetiva. Em suma, o setor privado não sabe se o governo é fraco ou forte, nem a que taxa desconta suas utilidades. Sabendo disso, o governo não tem como prever ao certo a evolução dos x_t^e. Isto posto, o governo sabe apenas que

$$x_t^e = f_t(x_1, x_2, \ldots x_{T-1}), \tag{6.3}$$

desconhecendo a função f_t, mas admitindo que ela seja não-decrescente em cada uma de suas variáveis, sendo $x_t^e \geq 0$.

Apesar da informação incompleta, as equações (6.1) e (6.3) veiculam o seguinte conhecimento comum:

a) um governo forte ($k > a^2$) tomará $x_1 = \ldots = x_T = 0$. Isso seria verdade ainda que a trajetória de x_t^e independesse da inflação efetiva do período 1 ao período t-1. O fato de o segundo membro da equação (6.3) depender das inflações passadas reforça esta conclusão;

b) a seguir, se em algum período o governo fixar $x_s \neq 0$, o setor privado conseguirá a prova de que se trata de governo fraco ($k < a^2$);

c) um governo fraco fará $x_T = a$, isto é, inflacionará no período final;

d) finalmente, se o governo evidenciar a sua fraqueza no período s, fixando $x_s \neq 0$, o único equilíbrio perfeito em subjogos será aquele em que $x_s = x_{s+1}^e = x_{s+1} = \ldots = x_T^e = x_T = a$.

Da discussão acima, segue-se que qualquer estratégia do governo é dominada por uma das três seguintes: a) nunca ceder (isto é, fixar $x_1 = \ldots = x_T = 0$); b) ceder a partir do período inicial (ou seja, fixar $x_1 = \ldots = x_T = a$); c) ceder a partir do período s ($1 < s \leq T$), ou seja, fixar $x_1 = \ldots = x_{s-1} = 0$ e $x_s = \ldots = x_T = a$.

Obviamente, o governo forte nunca cede, isto é, opta pela estratégia a. O governo fraco, se se sentisse incapaz de afetar a trajetória das expectativas inflacionárias do setor privado, cederia a partir do período 1. O problema é que o governo fraco pode querer fingir-se de forte, para influenciar as expectativas do setor privado, e ceder em algum período posterior (pelo menos no último).

Especificamente, suponhamos que o governo mantenha $x_t = 0$ para $1 \leqslant t \leqslant s-1$ e torne $x_t = a$ a partir do período s. De acordo com a equação (6.2), a utilidade descontada do governo será:

$$F(s) = v^s (a^2 - k) - 2a \sum_{t=1}^{s} v^t x_t^e - \sum_{s+1}^{T} v^t (a^2 + k) \tag{6.4}$$

Supondo que o governo não tenha cedido até o período $s-1$, a decisão sobre ceder ou não no período s depende das expectativas dos futuros $F(s+n)$. "Expectativas" aqui é o termo certo, pois, no instante s, o governo desconhece os futuros x_{s+n}^e. Contudo, como a função utilidade do governo é linear nas expectativas inflacionárias do setor privado, segue-se que

$$E_s F(s+1) - F(s) = v^s (1-v)(k-a^2) + v^{s+1}(a^2 + k) - 2av^{s+1} E_s x_{s+1}^e \tag{6.5}$$

E_s indicando a esperança condicional ao conjunto de informações do governo no período s (após o setor privado ter fixado x_s^e e antes de o governo determinar x_s).

Na equação (6.5) só se sabe *a priori* que $0 \leqslant E_s x_{s+1}^e \leqslant a$. Esse conhecimento limitado, no entanto, já permite delimitar duas hipóteses extremas:

a) governo forte $(k > a^2)$ – Nesse caso, $E_s F(s+1) - F(s) > 0$. Ou seja, o governo forte sempre prefere postergar a decisão de ceder, e por isso nunca cede;

b) governo extremamente fraco – $0 < k < a^2(1-2v)$. No caso, o governo não apenas é fraco, como também desconta fortemente as utilidades futuras, a um coeficiente $v < 0{,}5$; $E_s F(s+1) - F(s) < 0$ para qualquer s, o que significa que é sempre preferível antecipar a postergar a decisão de ceder. Ou seja, o governo extremamente fraco cede no período inicial, fazendo $x_1 = a$, não lhe restando outra alternativa melhor do que continuar $x_2 = \ldots = x_T = a$, diante da revelação de sua fraqueza.

Cuidemos agora do governo fraco, mas não extremamente fraco, ou seja, do caso em que $(1-2v)a^2 < k < a^2$. Definamos, no caso, para $1 \leqslant s \leqslant T-1$,

$$G(s) = \max_{1 \leqslant n \leqslant T-s} \left\{ E_s F(s+n) - F(s) \right\} \tag{6.6}$$

O governo cederá, fazendo $x_s = a$, no primeiro período em que $G(s) < 0$. Isso depende de como o governo se sinta capaz de afetar as expectativas inflacionárias do setor privado insistindo na política de inflação zero por uma temporada. Num extremo, o governo pode ser pessimista ao ponto de imaginar que não será capaz de ludibriar o setor privado, isto é, que $x_t^e = a$ para $t = 1, \ldots, T$. Nesse caso, a reação do governo será ceder desde o primeiro período, fazendo $x_1 = \ldots x_T = a$. Em outro extremo, o governo pode imaginar que o setor privado reaja com a estratégia $x_t^e = x_{t-1}$, enquanto sustentar a política de inflação zero. Nesse caso, desde que a reação do setor privado se conforme com as expectativas do governo, este só cederá no período T, em que a sua fraqueza fará $x_T = a$. Obviamente, entre as duas hipóteses extremas acima descritas, há uma infinidade de possibilidades intermediárias que levam o governo a ceder para algum $1 < s < T$.

Vejamos agora que informações o setor privado consegue extrair do comportamento do governo:

a) se, em algum período, o governo fixar $x_t \neq 0$, o setor privado descobrirá que o governo é fraco;

b) se, no período 1, o governo fixar $x_1 = 0$, o setor privado concluirá que o governo não é extremamente fraco;

c) se, até o período $s < T$, o governo mantiver $x_1 = \ldots = x_s = 0$, o setor privado descobrirá que: "existe $n > 1$ tal que $E_s F(s+n) - F(s) > 0$".

Infelizmente, esta desigualdade nada acrescenta objetivamente à informação do setor privado. Ela indica apenas que $E_s F(r+1) - E_s F(r) > 0$, para algum $r \geqslant s$. Como se sabe apenas que $0 \leqslant E_s x_{r+1}^e \leqslant a$, da equação (6.5) se conclui tão-somente que o governo não é extremamente fraco. Ou seja, ao não ceder até o período $s\,(1 < s < T)$, o governo prova apenas o que já havia provado não cedendo até o período 1: que não é extremamente fraco.

Portanto, dependendo das conjecturas do governo e do setor privado, há uma infinidade de equilíbrios seqüenciais possíveis. Examinemos o problema sob os dois lados do jogo.

Suponhamos que o governo mantenha $x_1 = \ldots = x_{s-1} = 0$. Indiquemos por

$$P_s = P_s(x_1^e, \ldots, x_s^e) \tag{6.7}$$

a probabilidade que o setor privado atribui a que o governo ceda no período s, isto é, que $G(s) < 0$. É plausível supor que p_s seja função crescente de x_s^e, para $s < T$: com efeito, se o governo for fraco, quanto maior x_s^e, menos o governo deverá acreditar na sua capacidade de quebrar as expectativas inflacionárias do setor privado, nos períodos seguintes. (Note-se que, para $s = T$, em que não há período seguinte, p_T é a probabilidade que o setor privado então atribui à hipótese "governo fraco", independendo do x_T^e).

Tendo em vista a equação (6.2), o setor privado fixará a taxa esperada de inflação de modo a maximizar a utilidade esperada:

$$EU_p = -p_s(a - x_s^e)^2 - p_s ca^2 - (1 - p_s)(x_s^e)^2, \tag{6.8}$$

levando em conta que p_s é função de x_s^e, e que $0 \leqslant x_s^e \leqslant a$.

Note-se que se o setor privado admitir que:

$$p_s(x_1^e, \ldots, x_{s-1}^e, 0) = 0, \tag{6.9}$$

isto é, se admitir que, fixando $x_s^e = 0$, o governo não ceda no período s, replicando com $x_s = 0$, a solução de equilíbrio será:

$$x_s^e = 0 \qquad (6.10)$$

Com efeito, obedecida a relação (6.9), a utilidade esperada (6.8) será nula para $x_s^e = 0$, e negativa para qualquer outro valor de x_s^e.

No que tange ao governo, a história $x_1^e, \ldots, x_s^e$ das expectativas inflacionárias do setor privado moldará $G(s)$. O governo forte nunca cederá, o governo fraco cederá no primeiro período em que $G(s) < 0$.

A multiplicidade de equilíbrios seqüenciais não causa surpresa, dada a informação incompleta. Vale analisar, no entanto, em que circunstâncias a hipótese (6.9) é economicamente plausível, e em que medida ela dá origem a um equilíbrio seqüencial em que a taxa efetiva de inflação se mantém igual a zero em quase todos os períodos do governo.

Para o período 1, a hipótese (6.9) não é economicamente plausível. Com efeito, o setor privado não pode descartar a hipótese de que o governo seja extremamente fraco, respondendo a $x_1^e = 0$ com $x_1 = a$. Isto posto, a utilidade esperada (6.8) deve maximizar-se com uma taxa esperada de inflação positiva no período inicial.

Para o período final T, a hipótese (6.9) também não é economicamente plausível. Com efeito, o fato de o governo não ter cedido até o período T-1 não prova que ele seja forte, sobretudo se o setor privado tiver cooperado com expectativas inflacionárias zero até então. O governo fraco cederá no período T, fixando $x_T = a$, e está a par de que o setor privado conhece essa artimanha. De fato, se no período T, o setor privado estimar que a probabilidade do evento "governo fraco" for igual a p_T, ter-se-á:

$$x_T^e = p_T a \qquad (6.11)$$

Isto posto, se o setor privado começar com $x_1^e > 0$, e o governo responder com $x_1 = 0$, o setor privado poderá retrucar com $x_2^e = 0$, levando a $x_2 = 0$, e assim sucessivamente até $x_{T-2} = x_{T-1}^e = 0$. Só que, a essa altura, o governo sabe que, no período final, o setor privado tomará $x_T^e > 0$. Segue-se que, para que no período T-1, o governo fraco insista em $x_{T-1} = 0$, ao invés de $x_{T-1} = a$, é necessário e suficiente que:

$$E_{T-1} F(T) - F(T-1) = v^{T-1} (k + (2v-1) a^2 - 2avE_{T-1} x_T^e) > 0, \qquad (6.12)$$

ou seja, que:

$$E_{T-1} x_T^e < \frac{k + (2v-1) a^2}{2av} \qquad (6.13)$$

ou, ainda, que o governo acredite que o setor privado atribua uma probabilidade p_T' de que ele seja fraco de acordo com a desigualdade:

$$p'_T < 1 - \frac{a^2 - k}{2a^2 v} \tag{6.14}$$

No reverso da medalha, o setor privado deve acreditar que, ao tomar $x^e_2 = \ldots = x^e_{T-1} = 0$, o governo se convença de que a probabilidade que o setor privado atribua à hipótese "governo fraco" obedeça à desigualdade (6.14). Essas conjecturas tornam $x_1 = x^e_2 = \ldots = x_{T-2} = x^e_{T-1} = x_{T-1} = 0$ um equilíbrio seqüencial.

Vale dissecar o conteúdo econômico da discussão precedente.

Para o período 1, a situação é perfeitamente clara: o governo promete estabilizar os preços, mas boas palavras não bastam. Afinal, se discursos bastassem, não mais haveria inflação no mundo. É natural, assim, que o setor privado retruque com ceticismo, imaginando que o governo não cumprirá suas promessas.

O cumprimento da promessa no período 1, no entanto, parece o suficiente para que o governo vença a batalha da credibilidade, pelo menos a curto prazo. Obviamente, o setor privado pode insistir no ceticismo: o fato de o governo estabilizar os preços por um período não significa que ele seja capaz de prosseguir indefinidamente na política de estabilização. Se o setor privado continuar apostando contra o sucesso do combate à inflação, talvez o governo desista de estabilizar os preços. A questão é por que o setor privado se engajará nessa contra-aposta, que não lhe rende um centavo. De fato, o interesse do setor privado não é testar se o governo é fraco ou forte, numa queda-de-braço que não lhe traz nenhum benefício. Ao contrário, ele só tem a lucrar se fingir que acredita que o governo fraco é forte.

Por certo, no final do mandato surgem complicações: o governo fraco pode inflacionar a economia nos períodos pré-eleitorais, e o setor privado sabe disso. Só que, no meio tempo, há amplo espaço para uma convivência pacífica antiinflacionária.

Em suma, modelos como o apresentado na presente seção, embora abram espaço para uma multiplicidade de equilíbrios seqüenciais, sugerem que credibilidade é algo que se conquista após a primeira prova de fogo. Isto já é um avanço em relação à hipótese de expectativas racionais, em que credibilidade cai do céu. Só que a conquista de credibilidade parece um processo mais complexo do que o descrito na presente seção, em que o setor privado só tem incentivos para fingir que acredita que um governo fraco seja efetivamente forte.

Duas abordagens alternativas para o problema serão discutidas nas próximas seções. A primeira supõe que os reajustes de salários nominais sejam determinados por uma central sindical, como ocorre em vários países da Europa. Isso realmente leva a uma queda-de-braço entre governo e sindicatos, e que se pode modelar como um jogo repetido com informação incompleta. A segunda, e que será objeto da discussão da seção 8, pressupõe ampla dispersão das decisões individuais, mas questiona o conceito de equilíbrio de Nash como protótipo de comportamento racional em jogos não-cooperativos.

7. Um modelo de fixação de salários por centrais sindicais

Consideremos uma economia com as seguintes características, descritas por Horn & Persson (1985):

a) o emprego da mão-de-obra no período t é determinado pela curva de demanda:

$$N_t = \max \left\{ N_U(p_t - w_t),\ 0 \right\} \tag{7.1}$$

onde N_t é o emprego, N_U uma constante positiva, p_t o logaritmo do índice de preços, w_t o logaritmo do salário nominal;

b) no início de cada período, a central sindical fixa w_t. Conhecendo w_t, o governo fixa p_t através da política monetária e cambial;

c) a utilidade da central sindical é igual ao salário real $e^{(w_t - p_t)}$ vezes o volume de emprego:

$$U_c = N_U(p_t - w_t)\, e^{(w_t - p_t)} \tag{7.2}$$

d) o governo é avesso à inflação e aos desvios do emprego em relação a $N_G = aN_U$, sendo $a > 1$, tendo função utilidade:

$$U_G = -\ln \left\{ (p_t - p_{t-1})^2 + b \left(\frac{N_t - N_G}{N_U}\right)^2 \right\}$$

ou, tendo em vista a equação (7.2) e que $N_G = aN_U$:

$$U_G = -\ln \left\{ (p_t - p_{t-1})^2 + b\,(p_t - w_t - a)^2 \right\} \tag{7.3}$$

onde $a > 1$ e $b > 0$.

As funções de reação da central sindical e do governo são, respectivamente:

$$w_t = p_t - 1 \tag{7.4}$$

$$p_t - p_{t-1} + b\,(p_t - w_t - a) = 0 \tag{7.5}$$

Isto posto, com informação completa e dominância de Stackelberg pela central sindical, tem-se:

$$p_t - p_{t-1} = b\,(a - 1) \tag{7.6.a}$$

$$w_t = p_{t-1} + b\,(a - 1) - 1 \tag{7.6.b}$$

$$N_t = N_U \tag{7.6.c}$$

$$U_G = -\ln \left\{ b\,(b + 1)\,(a - 1)^2 \right\} \tag{7.6.d}$$

$$U_c = N_U e^{-1} \tag{7.6.e}$$

O governo inflaciona, de acordo com a fórmula (7.6.a), mas não consegue elevar o emprego acima de N_U, pois a central sindical conhece a reação do governo, tal como nos modelos de expectativas racionais. No jogo descrito, a central sindical é o líder de Stackelberg, pois fixa w_t antes de o governo fixar p_t. A solução do jogo, no entanto, continuaria sendo dada pelas fórmulas (7.6), ainda que p_t e w_t fossem fixados simultaneamente.

Situação diversa ocorreria se o governo pudesse atuar como líder de Stackelberg, fixando p_t antes de a central sindical fixar $w_t = p_t - 1$. Nesse caso, levando em conta a reação da central sindical, o governo maximizaria sua utilidade (7.3), mantendo estáveis os preços:

$$p_t = p_{t-1} \tag{7.7.a}$$

$$w_t = p_{t-1} - 1 \tag{7.7.b}$$

$$N_t = N_U \tag{7.7.c}$$

$$U_G = -\ln \left\{ b\,(1-a)^2 \right\} \tag{7.7.d}$$

$$U_c = N_U e^{-1} \tag{7.7.e}$$

O novo equilíbrio seria Pareto-superior ao primeiro, pois a utilidade do governo aumentaria e a da central sindical não mudaria. Isso evidencia a vantagem de uma regra constitucional que não permita que o governo responda aos aumentos salariais via acomodação inflacionária.

Na ausência de uma regra constitucional, a promessa de estabilização por parte do governo não é convincente. Com efeito, se a central sindical acreditasse na promessa do governo, fixando, de acordo com (7.7.*b*),

$$w_t = p_{t-1} - 1,$$

o governo seria tentado, pela curva de reação (7.5), a fixar a taxa de inflação em

$$x = p_t - p_{t-1} = \frac{b}{1+b}(a-1), \tag{7.8.a}$$

o que elevaria a sua utilidade para

$$U_G = -\ln \left\{ b\,(1+b)^{-1}(a-1)^2 \right\}, \tag{7.8.b}$$

baixando a da central sindical para

$$U_c = (1+x) \quad N_U e^{-(1+x)} \tag{7.8.c}$$

Tratemos o problema como jogo repetido por T períodos com informação incompleta. O governo conhece a função utilidade da central sindical. Esta conhece o coeficiente de desconto das utilidades futuras do governo, mas não sabe se o governo é fraco ou forte. O governo fraco (S) tem utilidade expressa pela fórmula (7.3). Já a utilidade do governo forte (F) é expressa por:

$$V_G = -(p_t - p_{t-1})^2, \tag{7.9}$$

o que implica que a estratégia dominante do governo forte é estabilizar os preços, independente do que faça a central sindical.

Para simplificar o problema, limitaremos as estratégias C_t da central sindical no período t a duas possibilidades:

a) $C_t = H$: – elevar o salário supondo a taxa de inflação (7.6.a), isto é, fixando:

$$w_t = p_{t-1} + b(a-1) - 1$$

b) $C_t = L$: – fixar o salário, supondo que o governo estabilize os preços, isto é, $p_t = p_{t-1}$ e, portanto:

$$w_t = p_{t-1} - 1$$

Conseqüentemente, o governo pode responder com duas estratégias G_t:

a) $G_t = E$ estabilizar, isto é, fixar $p_t = p_{t-1}$
b) $G_t = I$ inflacionar, de acordo com a curva de realização (7.5), isto é:

$$p_t - p_{t-1} = b(a-1), \text{ se } C_t = H$$

$$p_t - p_{t-1} = \frac{b}{1+b}(a-1), \text{ se } C_t = L$$

Vejamos as utilidades do governo fraco:

$$U_G(H, I) = -\ln\left\{b(b+1)\;(a-1)^2\right\} \tag{7.10.a}$$

$$U_G(H, E) = -\ln\left\{b(b+1)^2\;(a-1)^2\right\} \tag{7.10.b}$$

$$U_G(L, I) = -\ln\left\{b(1+b)^{-1}(a-1)^2\right\} \tag{7.10.c}$$

$$U_G(L, E) = -\ln\left\{b(a-1)^2\right\} \tag{7.10.d}$$

Note-se que (7.10.a) = (7.6.d), (7.10.c) = (7.8.b), (7.10.d) = (7.7.d). A fórmula (7.10.b) obtém-se fazendo $p_t = p_{t-1}$ e $w_t = p_{t-1} + b(a-1) - 1$ na equação (7.3).

Das fórmulas acima, se conclui que

$$U_G(L, I) > U_G(L, E) > U_G(H, I) > U_G(H, E), \tag{7.11}$$

sendo:

$$U_G(L, I) - U_G(L, E) = U_G(H, I) - U_G(H, E) = \ln(1+b) \qquad (7.12)$$

Para o governo forte:

$$U_G(L, E) = U_G(H, E) > U_G(L, I) > U_G(H, I), \qquad (7.13)$$

e, para a central sindical:

$$U_c(L, I) < U_c(H, I) = U_c(L, E) > U_c(H, E), \qquad (7.14)$$

já que a central sindical maximiza sua utilidade se, e somente se, a inflação efetiva for igual à esperada.

O governo forte escolhe $G_t = E$ em todos os períodos. O governo fraco trata de escolher a trajetória $G_1, \ldots, G_T$ de modo a maximizar

$$\sum_{t=1}^{T} U_G(C_t, G_t)$$

$C_t = L$ ou H sendo a estratégia da central sindical no período t.

Se, no período s, o governo tomar $G_s = I$, a sua fraqueza ficará demonstrada, já que o governo forte nunca inflaciona. Isto posto, se $G_s = I$, num equilíbrio perfeito em subjogos se terá:

$$(C_t, G_t) = (H, I) \text{ para } t > s$$

Assim, se o governo fraco fizer

$$G_1 = \ldots = G_{s-1} = E \text{ e } G_s = I,$$

sua utilidade descontada será:

$$F(s) = \sum_{t=1}^{s-1} v^t U_G(C_t, E) + v^s U_G(C_s, I) + \sum_{t=s+1}^{T} v^t U_G(H, I), \qquad (7.15)$$

o que implica

$$v^{-s}(E_s F(s+1) - F(s)) = U_G(C_s, E) - U_G(C_s, I) + v \left\{ E_s U_G(C_{s+1}, I) - U_G(H, I), \right\}$$

onde E_s indica a esperança condicional ao conjunto de informações disponível pelo governo no fim do período s.

Seja agora

$$q_s = \text{prob}(C_{s+1} = L) \qquad (7.16)$$

tem-se:

$$E_s U_G(C_{s+1}, I) = q_s U_G(L, I) + (1-q_s)\, U_G(H, I),$$

e, portanto:

$$v^{-s}\left\{E_s F(s+1) - F(s)\right\} = U_G(C_s, E) - U_G(C_s, I) + vq_s \left\{(U_G(L, I) - U_G(H, I)\right\}$$

Notemos agora que, pelas fórmulas (7.10) e (7.12):

$$U_G(C_s, E) - U_G(C_s, I) = U_G(H, E) - U_G(H, I) = -\ln(1+b)$$

$$U_G(L, I) - U_G(H, I) = 2\ln(1+b)$$

Isto posto:

$$v^{-s}\left\{E_s F(s+1) - F(s)\right\} = (2vq_s - 1) \quad \ln(1+b) \tag{7.16}$$

De onde se conclui que:

$$E_s F(s+1) - F(s) = 0,$$

se, e somente se:

$$q_s = \frac{1}{2v} \tag{7.17}$$

Vejamos agora a decisão da central sindical. Admitamos que, no início do período t, ela suponha que a probabilidade de o governo ser forte (F) seja r_t, a de ser fraco (S) igual a $1-r_t$. E que, caso o governo seja fraco, a probabilidade de ele manter os preços estáveis no período t seja igual a π_t. Isso significa que:

$$\text{prob } E_t = r_t\,(\text{prob } E_t/F) + (1-r_t) \text{ prob } (E_t/S)$$

E_t indicando o evento $G_t = E$, ou seja:

$$\text{prob } E_t = r_t + (1-r_t)\,\pi_t \tag{7.18}$$

Escolhendo a estratégia C_t, a utilidade esperada da central sindical no período t será:

$$EU_c = \text{prob } E_t\, U_c(C_t, E) + (1 - \text{prob } E_t)\, U_c(C_t, I),$$

onde $C_t = L$ ou $C_t = I$.

Seja agora:

$$y = \frac{U_c(H, I) - U_c(L, I)}{U_c(H, I) - U_c(L, I) + U_c(L, E) - U_c(H, E)} \tag{7.19}$$

Verifica-se facilmente que a central sindical maximiza a sua utilidade esperada tomando

$$C_t = H, \text{ se prob } E_t < y$$

$$C_t = L, \text{ se prob } E_t > y,$$

ficando indiferente entre as duas estratégias (e podendo randomizar) se

$$\text{prob } E_t = y \tag{7.20}$$

Vejamos agora como evolui a reputação do governo, isto é, a probabilidade r_t que o setor privado atribui à hipótese governo forte (F) no início do período t. Pela fórmula de Bayes:

$$P(A/B) = \frac{P(A \cap B)}{P(B)}$$

Entenda-se como A o evento "governo forte", como B a ocorrência "$G_t = E$".
No caso $P(A \cap B) = P(A) = r_t$ (já que o governo forte nunca inflaciona), $P(A/B) = r_{t+1}$.
Segue-se que:

$$r_{t+1} = \frac{r_t}{\text{prob } E_t} = \frac{r_t}{r_{t+1} + (1 - r_{t+1})\, \pi_t} \tag{7.21}$$

Desta fórmula se conclui que, para que a reputação cresça, é preciso que $\pi_t < 1$. Ou seja, que o governo, na hipótese de ser fraco, continue randomizando no período t, com $prob\ (E_t/S) = \pi_t$, e o resultado seja E_t (se o resultado for I_t, o governo revela sua fraqueza tornando $r_{t+1} = 0$).
Mas, para que o governo fraco randomize no período t, é necessário (e suficiente) que E_t e I_t sejam indiferentes em termos de utilidade esperada, isto é:

$$E_t F(t+1) - F(t) = 0$$

Isso exige que, no período $t+1$, a central sindical esteja randomizando de acordo com a fórmula (7.17):

$$\text{prob } (C_{t+1} = L) = \frac{1}{2v}$$

Mas, para que aceite randomizar, a central sindical deve esperar que o governo, nesse período $t+1$, o faça de modo que se verifique a equação (7.20):

$$\text{prob } E_{t+1} = r_{t+1} + (1-r_{t+1})\, \pi_{t+1} = y \tag{7.22}$$

Façamos:

$$z_t = y^{T-t+1} \tag{7.23}$$

Verifica-se facilmente que o equilíbrio seqüencial do jogo é o seguinte, na linha de Kreps-Wilson:

1. Estratégia da central sindical

$$\text{a) } C_t = L, \text{ se } r_t > z_t;$$

$$\text{b) } C_t = H, \text{ se } r_t < z_t;$$

$$\text{c) randomizar, com prob } (C_t = L) = \frac{1}{2v} \text{ se } r_t = z_t.$$

2. Estratégia do governo forte

$$\text{a) } G_t = E\,(t = 1, \ldots, T).$$

3. Estratégia do governo fraco

$$\text{a) } G_T = I;$$

$$\text{b) } G_t = E, \text{ para } t < T, \text{ se } r_t \geqslant z_{t+1};$$

c) randomizar no período $t < T$, com:

$$\pi_t = \text{prob}\,(E_t/S) = \frac{r_t\,(1-z_{t+1})}{(1-r_t)\,z_{t+1}} \text{ se } 0 < r_t < z_{t+1}$$

$$\text{d) } G_t = I \text{ se } r_t = 0$$

4. Revisão do coeficiente de reputação:

$$\text{a) se } G_t = I,\ r_{t+1} = \ldots = r_t = 0$$

$$\text{b) se } G_t = E \text{ e } r_t \geqslant z_{t+1}, \text{ então } r_{t+1} = r_t$$

$$\text{c) se } G_t = E \text{ e } r_t < z_{t+1}, \text{ então } r_{t+1} = z_{t+1}$$

Observemos, em primeiro lugar, que as regras de revisão de r_t são Bayesianas. Com efeito, se $G_t = I$, ficará evidenciado que o governo é fraco, e seu coeficiente de reputação cairá a zero. Se $G_t = E$, *sendo* $r_t \geqslant z_{t+1}$, o governo escolherá $G_t = E$, com probabilidade 1, o que implica $r_{t+1} = r_t$, pela fórmula (7.21). Se $G_t = E$, sendo $r_t < z_{t+1}$, o governo fraco terá randomizado com:

$$\pi_t = \text{prob}\,(E_t/S) = \frac{r_t\,(1 - z_{t+1})}{(1 - r_t)\, z_{t+1}}$$

Entrando com a fórmula (7.21), obtém-se:

$$r_{t+1} = z_{t+1}$$

Note-se que:

$$\text{prob}\, E_t = r_t + (1 - r_t)\ \text{prob}\,(E_t/S) = \frac{r_{t+1}}{r_t}$$

Pelas fórmulas acima, *prob* $E_t > y$, se $r_t > z_t$, *prob* $E_t < y$, se $r_t < z_t$ e *prob* $E_t = y$, se $r_t = z_t$. Isso mostra que a estratégia da central sindical é a melhor possível, dada a estratégia do governo.

Reciprocamente, a estratégia do governo é a melhor, dada a do setor privado. O governo escolhe I, E ou randomiza conforme $E_t F(t+1) - F(t)$ seja negativo, positivo ou nulo.

Na prática, há duas possibilidades:

a) No período inicial, a reputação do governo $r_1 < z_1$ – Neste caso, a central sindical toma $C_1 = H$. O governo responde randomizando e, enquanto não ceder, conquistará reputações crescentes $r_2 = z_2$, $r_3 = z_3$, etc. A central sindical randomizará a partir do período 1 com $prob\,(C_t = L) = 1/2\,v$. Se, em algum período, o governo inflacionar, daí por diante $(C_t, G_t) = (H, I)$.

b) O coeficiente inicial de reputação do governo é tal que $z_s < r_1 < z_{s+1}$ – Neste caso, até o período s-1, $(C_t, G_t) = (L, E)$. No período s, o $C_s = L$ e o governo começa a randomizar. A partir do período $s+1$, ambos o fazem, como no caso *a*.

A análise acima é uma versão revista do modelo de Horn-Persson, o qual, por seu turno, se baseia na análise de reputação desenvolvida por Kreps-Wilson. As conclusões mais interessantes do exercício são as seguintes:

a) o modelo sublinha a importância do coeficiente inicial r_1 de reputação de governo para a política de estabilização. Enquanto $z_{t+1} < r_1$, todos colaboram para a estabilização com $(C_t, G_t) = (L, E)$. No caso ideal de um governo forte, com reputação inicial $r_1 > y$, ter-se-ia $(C_t, G_t) = (L, E)$ para $t = 1, \ldots, t$; já no extremo oposto, em que $r_1 < z_1$, a central sindical começa com $C_1 = H$, testando o governo de imediato.

b) o modelo revela a crescente probabilidade de um governo fraco inflacionar em final de mandato. O governo fraco certamente fará $G_T = I$ no período final. Além do mais, se não tiver inflacionado até o período $s-1$, a probabilidade de que inflacione no período s é função crescente de s;

c) na fase de randomização, a central sindical escolhe L ou H com probabilidades que não variam no tempo, enquanto o governo não ceder. Como o correr do tempo, o governo ganha reputação, na medida em que sustente $G_t = E$. Mas a probabilidade de que, se for fraco, venha a ceder, aumenta com o tempo.

O modelo se baseia em hipóteses heróicas quanto às funções utilidade. Algumas podem ser removidas, mas outras são indispensáveis para que se chegue a um equilíbrio seqüencial semelhante ao encontrado. Entre estas hipóteses, vale sublinhar as seguintes:

a) as estratégias da central sindical se resumem a duas, L e H;

b) o governo maximiza a utilidade intertemporal, mas a central sindical limita-se a maximizar a utilidade esperada período a período;

c) a forma funcional da utilidade do governo fraco é tal que:

$$U_G(L, I) - U_G(L, E) = U_G(H, I) - U_G(H, E)$$

d) o governo conhece o parâmetro y definido pela equação (7.19), assim como o seu coeficiente de reputação inicial r_1;

e) a central sindical conhece a relação:

$$\frac{U_G(H, I) - U_G(H, E)}{v\,[\,U_G(L, I) - U_G(H, I)\,]}$$

para o governo fraco. (Na versão apresentada, esta relação é igual a $1/2v$).

No mais, o modelo envolve o difícil problema de coordenação das randomizações típico da análise de Kreps-Wilson. Com efeito, na fase de randomização, a central sindical opta por sortear L e H com $prob\,(C_t = L)$ não porque isso lhe traga diretamente qualquer vantagem. Mas porque randomizando com essas probabilidades as estratégias E_t e I_t se tornarão indiferentes para o governo fraco, para $t < T$. Isto posto, a única razão para o governo fraco randomizar com:

$$\pi_t = \text{prob}\,(E_t/S) = \frac{r_t\,(1-z_{t+1})}{(1-r_t)\,z_{t+1}}$$

e não com uma outra probabilidade diferente é tornar as estratégias L e H indiferentes para a central sindical.

O grande problema é que nenhuma das partes tem como fiscalizar com que probabilidade a outra está randomizando. Isto posto, a plausibilidade do equilíbrio seqüencial encontrado depende da hipótese de que ambas as partes se mantenham fiéis à análise de Kreps-Wilson.

8. Inércia e políticas de rendas – uma nova visão

A idéia de que as medidas monetárias e fiscais afetam as quantidades antes de afetar os preços é tão velha quanto a macroeconomia. Só que ela não encontra amparo na macroeconomia das expectativas racionais, a menos quando se apela para a existência de contratos a longo prazo, como no modelo de John Taylor. Ainda assim, o máximo que a hipótese de expectativas racionais consegue explicar é uma inércia fraca, bem mais branda do que a que se costuma verificar na prática.

A discussão das seções 2 e 3 fornece uma nova explicação para o problema da inércia. Uma mudança na política monetária ou fiscal implica mudança de estratégias de Nash para os vários participantes do jogo. Num jogo do tipo *B*, quer a informação incompleta, quer a incerteza de cada jogador de que os demais imediatamente localizem as novas estratégias de Nash, são obstáculos ao deslocamento imediato para o novo equilíbrio. Inércia é o termo genérico que indica as dificuldades para se encontrar imediatamente um equilíbrio de Nash num jogo não-cooperativo do tipo *B*.

Ilustremos a discussão acima com um exemplo. Admitamos uma economia com um contínuo de bens, um para cada número real $0 \leqslant x \leqslant 1$, cada qual produzido por um agente econômico. O produto nominal R da economia é controlado pelo governo, presumivelmente pelo controle de algum agregado monetário relevante. Cada agente econômico deve fixar seu preço P_x antes de conhecer os preços fixados pelos demais. Isto feito, o índice geral de preços é dado por:

$$P = g\left\{\int_0^1 z(x, P_x)\, dx\right\}, \tag{8.1}$$

onde $g(z(x, P_x))$ é função crescente de P_x e onde P é homogêneo de grau um nos P_x, isto é:

$$g\left\{\int_0^1 z(x, \lambda P_x)\, dx\right\} = \lambda g\left\{\int_0^1 z(x, P_x)\, dx\right\} \tag{8.2}$$

Admitamos que a utilidade do indivíduo x seja função homogênea de grau zero de P_x, P, R. E que, para cada par (P, R), exista um único P_x, tal que maximize essa utilidade:

$$P_x = f_x(P, R) \tag{8.3}$$

P_x é o preço do bem x que maximiza a utilidade do seu produtor, dado o nível geral de preços e dado o produto nominal R. O problema é que cada indivíduo x é obrigado a fixar P_x antes de conhecer o nível geral de preços P e o produto nominal R. Um governo com credibilidade acima de qualquer suspeita pode tornar R predeterminado. Ainda assim, P_x deve ser fixado antes que se conheça P, que pela equação (8.1), depende do conjunto dos P_x $(0 \leqslant x \leqslant 1)$. Admitiremos que $f_x(P, R)$ seja função contínua, crescente nas suas duas variáveis e homogênea do grau um (o que resulta de a utilidade individual ser homogênea de grau zero em P_x, P, R) e que, para qualquer P positivo, se tenha

$$f_x(P,\ 0) = 0; \quad f_x(P,\ \infty) = \infty$$

Suponhamos que todos os agentes econômicos imaginem que o nível geral de preços será igual a P^* e que o produto nominal seja igual a R. Isto posto, cada agente econômico tomará $P_x = f_x(P^*, R)$. Como conseqüência, o verdadeiro nível geral de preços será, de acordo com a equação (8.1):

$$P = h(P^*, R) = g \left\{ \int_0^1 z(x, f_x(P^*, R))\, dx \right\} \tag{8.4}$$

o que, obviamente, pode levar a erros de previsão, isto é, a $P \neq P^*$.

Notemos que, pelas hipóteses acima, $h(P^*, R)$ é função contínua, crescente em ambas as variáveis e homogênea do grau 1. Além disso, para qualquer P^* positivo:

$$h(P^*, 0) = 0; \ h(P^*; \infty) = \infty$$

Daí se segue que, para cada P positivo, existe um único real $R > 0$ tal que:

$$h(P, R) = P \tag{8.5}$$

Como $h(P, R)$ é homogênea do primeiro grau nas suas duas variáveis, essa equação resolve-se por:

$$R = \frac{P}{c} \qquad (c > 0) \tag{8.6}$$

Podemos agora provar imediatamente a existência e unicidade do equilíbrio de Nash no jogo de fixação dos preços. Num tal equilíbrio, todos os participantes do jogo devem prever corretamente P e R, tomando P_x de acordo com a equação (8.3). Segue-se, pelas equações (8.5) e (8.6) que:

$$P = cR \tag{8.7}$$

Examinemos agora o problema da inércia. Admitamos que o governo, após manter por muito tempo o produto nominal em R, decida-se a mudá-lo para R'. Presume-se que, antes da mudança, os agentes econômicos já se tivessem acomodado ao equilíbrio de Nash em que $P = cR$, fixando por $P_x = f_x(CR, R)$.

O problema é como reagem os agentes econômicos, logo após o governo anunciar a mudança do produto nominal de R para R'. Num jogo tipo B, a localização no novo equilíbrio de Nash pode não ser imediata, quer porque os agentes econômicos, com informação incompleta, desconheçam a equação (8.1), que fecha o sistema de equações, quer porque eles suspeitem de que os demais participantes não se movam prontamente para a nova estratégia de Nash. Na dinâmica de Cournot, supondo que os agentes econômicos acreditem efetivamente na mudança do produto nominal de R para R', a dinâmica do índice geral de preços se determinará a partir de

$$P_{xt} = f_x(P_{t-1}, R'),$$

o que implica

$$P_t = h(P_{t-1}, R') \tag{8.8}$$

Como a função h é crescente e homogênea de grau 1 nas suas duas variáveis, é fácil provar que o nível geral de preços converge para o novo equilíbrio de Nash, em que $P = cR'$. A título de exemplo, se $P_{t-1} > cR'$, segue-se que:

$$P_{t-1} = h(P_{t-1}, P_{t-1}/c) > h(P_{t-1}, R') > h(cR', R') = cR'$$

o que significa que $P_{t-1} > P_t > cR'$. Segue-se que o nível geral de preços seguirá uma seqüência decrescente e limitada inferiormente, e, portanto, convergente para cR', o novo equilíbrio de Nash.

A inércia é o resultado dessa chegada ao novo equilíbrio de Nash por aproximações sucessivas. Inicialmente, o produto real era $R/P = 1/c$. No meio do caminho, o produto real torna-se igual a R'/P_t, até chegar ao novo equilíbrio de Nash igual ao inicial, em termos de produto real.

A discussão acima pode ser transposta para explicar a inércia inflacionária. Basta supor que, antes do programa de estabilização, o governo expanda o produto nominal a uma taxa constante r, e que os agentes econômicos tomem $R = R_o (1+r)^t$ e $P = P_0 (1+r)^t$, num equilíbrio móvel de Nash à taxa r, por período. Subitamente, o governo resolve estabilizar o produto nominal. Ainda que os agentes econômicos creiam piamente nas promessas do governo, nem todos admitirão que os demais agentes econômicos continuem a aumentar seus preços, ou à taxa r, ou a algo um pouco inferior, mas positivo. Isso é suficiente para explicar a inércia inflacionária. Se a economia estiver praticamente indexada, ninguém se desindexa espontaneamente sem ter a certeza de que todos os demais o fazem.

A discussão acima de certa forma, reabilita teoricamente a hipótese das expectativas adaptativas. A hipótese vale na medida em que descreve a localização de um equilíbrio de Nash num jogo não-cooperativo do tipo B por aproximações sucessivas. Apenas não faz sentido modelar expectativas independentes das políticas esperadas do governo, na tradição de Cagan. A síntese é uma teoria de expectativas adaptativo-racionais, como no modelo acima apresentado de fixação de preços. Elas são racionais no que concerne à R, adaptativas quanto ao nível geral de preços P.

Dentro dessa concepção, as políticas de rendas, ou seja, as de controles temporários de salários e preços encontram uma justificação teórica: elas se destinam a apressar a localização do novo equilíbrio de Nash. No exercício precedente, suponhamos que, após o governo mudar a renda nominal de R para R', decrete que todos os preços devem variar na mesma proporção. A utilidade do decreto é que, uma vez que todos os agentes se convençam de que o novo nível geral de preços será $P' = PR'/R$, todos eles localizarão sem incertezas as novas estratégias de Nash. Nesse sentido, as políticas de rendas, embora discutíveis na medida em que constrangem o comportamento individual, valem pelo seu conteúdo informacional, ou seja, como os outros se comportarão.

É claro que políticas de rendas mal orquestradas podem ser uma tentativa infrutífera de combater a inflação pelos seus efeitos, como no Plano Cruzado. Contudo, elas podem ser bem-sucedidas, como aconteceu no Brasil em 1964, e na França, Itália e Espanha na década de 80. O que interessa à presente discussão é porque políticas de rendas bem articuladas podem ser úteis, tema que a teoria econômica jamais explicou convincentemente. A resposta é que elas podem apressar a localização do equilíbrio de Nash.

9. Coordenação monetária internacional

Uma aplicação interessante da teoria dos jogos aos problemas de coordenação monetária internacional é devida a Canzoneri & Gray. Os participantes do jogo são dois, os Estados Unidos e o resto do mundo. Para simplificar a análise, os parâmetros macroeconômicos supõem-se iguais para os dois jogadores.

O ponto de partida do jogo é uma situação em que, em virtude de algum choque, tanto os Estados Unidos quanto o resto do mundo estejam com um desvio logarítmico do produto em relação ao pleno emprego igual a $-\mu$.

Essa situação pode ser mudada se os Estados Unidos expandirem a sua oferta de moeda à taxa m_1, e o resto do mundo à taxa m_2, de acordo com as equações:

$$h_1 = am_1 + bm_2 - \mu \tag{9.1.a}$$

$$h_2 = bm_1 + am_2 - \mu \tag{9.1.b}$$

onde $a > 0$ e $b < a$.

Tanto os Estados Unidos quanto o resto do mundo são avessos à recessão. Mas também são avessos à instabilidade monetária, pois ela sinaliza a instabilidade de preços. Supõe-se que as funções utilidade dos Estados Unidos (US) e do resto do mundo (RM) sejam:

$$U_1 = -h_1^2 - km_1^2 \tag{9.2.a}$$

$$U_2 = -h_2^2 - km_2^2 \tag{9.2.b}$$

Por trás das equações (9.1.a) e (9.1.b) está o modelo de Mundell-Fleming para duas economias iguais com taxas flutuantes e câmbio, e com perfeita mobilidade de capitais (o que, em equilíbrio, leva à equalização da taxa de juros). As equações completas do modelo são:

$$h_1 + \mu = g(p_1 - w_1) \quad (g > 0)\text{: oferta agregada, US}$$

$$h_2 + \mu = g(p_2 - w_2)\text{: idem RM}$$

$$q_1 = (1-\alpha)\ p_1 + \alpha\ (e_1 + p_2);\ (0 < \alpha < 1)\text{: custo de vida, US}$$

$$q_2 = (1-\alpha)\ p_2 + \alpha\ (e_2 + p_1)\text{: idem, RM}$$

$$\theta_1 = e_1 + p_2 - p_1\text{: taxa real de câmbio, US}$$

$$\theta_2 = e_2 + p_1 - p_2\text{: idem, RM}$$

$$w_1 = \beta q_1\ (0 \leqslant \beta < 1)\text{: indexação salarial, US}$$

$$w_2 = \beta q_2\text{: idem, RM}$$

$$h_1 + \mu = A\theta_1 - D\,(r-r_o) + \gamma\,(h_2 + \mu)\text{: relação IS, US}$$

$$h_2 + \mu = A\theta_2 - D\,(r-r_o) + \gamma\,(h_1 + \mu);\ (\gamma < 1)\text{: idem, RM}$$

$$m_1 - q_1 = h_1 + \mu - \lambda\ (r-r_o)\text{: relação LM, US}$$

$$m_2 - q_2 = h_2 + \mu - \lambda\ (r-r_o)\text{: idem, RM}$$

$$e_1 + e_2 = 0\ \text{(identidade cambial)}$$

com o dicionário de símbolos:

h = desvio logarítmico do produto real em relação ao pleno emprego.
p = log do deflator implícito do produto.
q = log do índice de custo de vida.
e = log da taxa de câmbio (preço da moeda estrangeira)
w = log do salário nominal
r = taxa de juros
m = log da oferta de moeda
θ = log da taxa real de câmbio.

Resolvendo o sistema, obtém-se:

$$r - r_o = -H\,(m_1 + m_2), \tag{9.3}$$

$$H = \frac{(1-\gamma)\ g\,(1-\beta)}{2\,(1+g\,(1-\beta))\ D + 2\lambda\,(1-\gamma)\ g\,(1-\beta)} > 0 \tag{9.4}$$

$$\theta = \theta_1 = -\theta_2 = K\,(m_1 - m_2), \tag{9.5}$$

onde:

$$K = \frac{g\,(1-\beta)\ (1+\gamma)}{2A\,(1+g\,(1-\beta)) + 2\,(1+\gamma)\,g\,\alpha} > 0 \tag{9.6}$$

As fórmulas (9.3) e (9.5) resumem a estática comparativa do modelo: a expansão monetária num país qualquer baixa a taxa de juros, o que ativa ambas as economias. Mas a expansão monetária numa economia desvaloriza a sua taxa real de câmbio, estimulando, via saldo comercial, a atividade nessa economia, mas à custa do desestímulo na outra.

Introduzindo as expressões (9.3) e (9.5) nas relações IS dos Estados Unidos e do resto do mundo, obtém-se:

$$h_1 = am_1 + bm_2 - \mu$$

$$h_2 = bm_1 + am_2 - \mu$$

onde:

$$a = \frac{(1+\gamma)\,DH + (1-\gamma)\,AK}{1-\gamma^2} \tag{9.7.a}$$

$$b = \frac{(1+\gamma)\,DH - (1-\gamma)\,AK}{1-\gamma^2} \tag{9.7.b}$$

O coeficiente a é positivo, mas o coeficiente b tanto pode ser positivo quanto negativo, dependendo dos parâmetros do modelo. Em qualquer hipóteses, $a > b$. Ou seja, a expansão monetária numa economia ativa o seu produto, mas tanto pode ativar quanto desativar o produto da outra.

Das equações do modelo conclui-se também que:

$$e = e_1 = -e_2 = J\,(m_1 - m_2), \tag{9.8}$$

onde:

$$J = 1 - \frac{2}{1+\gamma}\,AK + (1-2\alpha)K \tag{9.9}$$

Vejamos agora a análise do jogo monetário segundo Canzoneri-Gray. O ponto de partida é a observação de que o equilíbrio de Nash é ineficiente no sentido de Pareto. Com efeito, as funções utilidade:

$$-U_1 = h_1{}^2 + km_1{}^2 = (am_1 + bm_2 - \mu)^2 + km_1{}^2$$

$$-U_2 = h_2{}^2 + km_2{}^2 = (bm_1 + am_2 - \mu)^2 + km_2{}^2$$

dão origem às curvas de reação:

$$\frac{\partial U_1}{\partial m_1} = (k+a^2)\,m_1 + abm_2 - a\mu = 0 \text{ para US} \tag{9.10.a}$$

$$\frac{\partial U_2}{\partial m_2} = abm_1 + (k+a^2)\,m_2 - a\mu = 0 \text{ para RM,} \tag{9.10.b}$$

levando ao equilíbrio de Nash:

$$m_{1N} = m_{2N} = \frac{a\mu}{k + a^2 + ab} \tag{9.11}$$

Como alternativas ao equilíbrio de Nash, Canzoneri & Gray imaginam duas regras de coordenação monetária:

a) *taxas de câmbio fixas* – Nesse caso o resto do mundo mantém as taxas de câmbio inalteradas diante de um choque. Em nosso modelo, pela equação (9.8), isso exige $m_2 = m_1$. Ou seja, o resto do mundo define a função de reação $m_2 = m_1$, isto é, acompanha a taxa de expansão monetária dos Estados Unidos. Isto posto, os Estados Unidos escolhem m_1 de modo a maximizar a sua utilidade U_1, sabendo que $m_2 = m_1$;
b) *regime de Stackelberg* – O resto do mundo deixa a taxa de câmbio flutuar, escolhendo a taxa de expansão monetária m_2 de acordo com a curva de reação (9.10.*b*). Os Estados Unidos escolhem m_1 levando em consideração essa curva de reação, isto é, agindo como líder de Stackelberg.

A hipótese de o resto do mundo escolher uma função de reação e os Estados Unidos atuarem como líder é justificada por Canzoneri & Gray pelo fato de estes terem um único banco central, ao contrário do resto do mundo, que é um conglomerado de países menores e independentes.

Verifica-se facilmente que o regime de taxas fixas leva a uma solução Pareto-superior ao equilíbrio de Nash. No caso, os Estados Unidos escolhem m_1 de modo a maximizar U_1 com $m_2 = m_1$, isto é, de modo a minimizar:

$$((a + b)\,m_1 - \mu)^2 + km_1^2,$$

de onde resulta:

$$m_{1F} = m_{2F} = \frac{(a + b)\,\mu}{k + (a + b)^2} \tag{9.12}$$

A superioridade do regime de taxas fixas sobre o equilíbrio de Nash é evidente. Ambos os equilíbrios se situam na linha de 45° da figura 1, mas o de taxas fixas é o que maximiza U_1 ao longo dessa linha. Logo:

$$U_{1F} > U_{1N}$$

Pela simetria do modelo, $U_{1F} = U_{2F}$ e $U_{1N} = U_{2N}$, o que implica:

$$U_{2F} > U_{2N}$$

Ou seja, tanto os Estados Unidos quanto o resto do mundo melhoram passando do regime de Nash para o de taxas fixas.

Figura 1

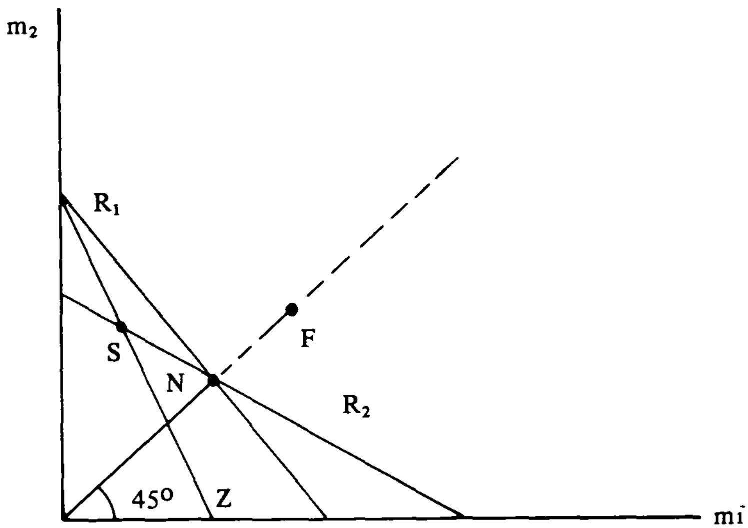
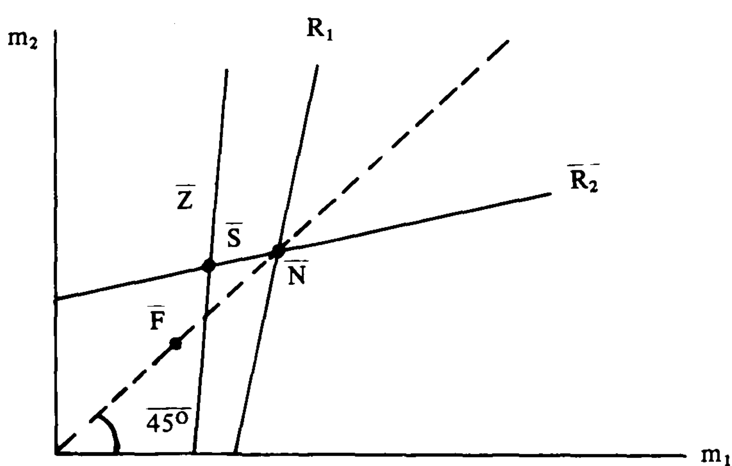


Figura 2



Note-se que:

$$-U_1 - U_2 = (am_1 + bm_2 - \mu)^2 + (bm_1 + am_2 - \mu)^2 + k(m_1{}^2 + m_2{}^2)$$

assume seu mínimo absoluto para:

$$m_1 = m_2 = \frac{(a+b)\mu}{k + (a+b)^2},$$

o que prova que o equilíbrio com taxas de câmbio fixas é Pareto-eficiente.

Comparemos as taxas de expansão monetária nos regimes de Nash e taxas fixas. Pelas equações (9.11) e (9.12):

$$m_{1F} - m_{1N} = m_{2F} - m_{2U} = \frac{kb\mu}{(k + a^2 + ab)\ (k + (a+b)^2)}$$

De onde se conclui que o regime de Nash é insuficientemente expansionista no caso em que $b > 0$ (figura 1) e excessivamente expansionista para $b < 0$ (figura 2).

Examinemos agora o regime de Stackelberg. No caso, os Estados Unidos escolhem m_1 de modo a minimizar:

$$-U_1 = (am_1 + bm_2 - \mu)^2 + km_1{}^2,$$

condicionando a curva de reação (9.10.*b*) do resto do mundo:

$$abm_1 + (k + a^2)\,m_2 - a\mu = 0$$

Usando multiplicadores de Lagrange, resulta:

$$\frac{\partial U_1}{\partial m_1} + \lambda ab = 0$$

$$\frac{\partial U_1}{\partial m_2} + \lambda\,(k + a^2) = 0$$

De onde se conclui que o equilíbrio de Stackelberg se encontra na interseção da reta R_2 com a reta Z de equação:

$$((k + a^2)^2 - a^2 b^2)\,m_1 + (k + a^2 - b^2)\,abm_2 = (k + a^2 - b^2)\,a\mu$$

O coeficiente angular S_z dessa reta é expresso por:

$$S_z = -\frac{(k + a^2)^2 - a^2 b^2}{(k + a^2 - b^2)\,ab}$$

enquanto que o da curva de reação R_1 dos Estados Unidos (9.10.a) é:

$$S_1 = -\frac{k + a^2}{ab}$$

Daí resulta que:

$$S_z - S_1 = \frac{-kb}{(k + a^2 - b^2)\,a}$$

Daí resulta que $S_z > S_1$ se $b < 0$ e $S_z < S_1$ se $b > 0$.

Em qualquer caso, $|S_z| > |S_1|$, o que significa que a linha Z está mais para a vertical do que a curva de reação dos Estados Unidos R_1.

Note-se agora que as retas Z e R_1 se interceptam nos pontos $m_1 = 0, m_2 = \dfrac{\mu}{b}$.

Isto posto, a posição da linha Z é indicada nas figuras 1 e 2. A conclusão é que, em qualquer caso, os Estados Unidos expandem menos a moeda do que no equilíbrio de Nash, isto é:

$$m_{1S} < m_{1N}$$

Quanto ao resto do mundo há duas hipóteses:

a) $b > 0$ (figura 1) – Nesse caso, o resto do mundo expande mais a moeda do que no equilíbrio de Nash, isto é:

$$m_{2S} > m_{2N};$$

b) $b < 0$ (figura 2) – Nesse caso,

$$m_{2S} < m_{2N}$$

É evidente que a utilidade dos Estados Unidos é maior no equilíbrio de Stackelberg do que no de Nash. Quanto ao resto do mundo, notemos que, ao longo da curva de reação R_2, a utilidade U_2 é função crescente de m_1 se $b > 0$, e função decrescente de m_1 se $b < 0$. Isto posto, conclui-se que:

a) se $b > 0$, $U_{2S} < U_{2N}$, isto é, para o resto do mundo o equilíbrio de Stackelberg é pior do que o de Nash;

b) se $b < 0$, $U_{2S} > U_{2N}$, isto é, o equilíbrio de Stackelberg é preferível ao de Nash para o resto do mundo.

No modelo, é o resto do mundo quem escolhe o regime, seja o de taxas fixas, seja o de Stackelberg. A análise precedente indica duas hipóteses:

a) $b > 0$ – Nesse caso, $U_{2F} > U_{2N} > U_{2S}$. O resto do mundo naturalmente optará pelo regime de taxas fixas de câmbio. Canzoneri & Gray admitem que esse tenha sido o caso das décadas de 50 e 60;

b) $b < 0$ – Nesse caso, $U_{2F} - U_{2S}$ tanto pode ser positivo quanto negativo.

O resultado esperado é um regime estruturado em torno de taxas de câmbio fixas, mas perturbado por desvalorizações competitivas – o quadro internacional entre as duas guerras mundiais.

Para explicar o colapso do regime de Bretton Woods, Canzoneri & Gray usam um novo modelo, agora com coeficientes assimétricos, sintetizado nas equações:

$$h_1 = am_1 - bm_2 - \mu \tag{9.13.a}$$

$$h_2 = cm_1 + dm_2 - \mu \tag{9.13.b}$$

onde a, b, c, d são constantes positivas, sendo $-b < a$, $c < d$.

Agora, a expansão monetária nos Estados Unidos aumenta a atividade no resto do mundo. Mas a expansão monetária no resto do mundo reduz o nível de atividade nos Estados Unidos.

Canzoneri & Gray atribuem essa assimetria ao fato de, a partir da década de 70, os preços das principais matérias-primas passarem a ser cotadas em dólares (a começar pelo petróleo). Isto posto, uma expansão monetária nos Estados Unidos, desvalorizando o dólar, atenuaria o choque do petróleo do resto do mundo.

Com as equapões (9.13.*a*) e (9.13.*b*), as utilidades dos Estados Unidos e do resto do mundo são:

$$-U_1 = h_1^2 + km_1^2 = (am_1 - bm_2 - \mu)^2 + km_1^2 \tag{9.14.a}$$

$$-U_2 = h_2^2 + km_2^2 = (cm_1 + dm_2 - \mu)^2 + km_2^2 \tag{9.14.b}$$

Levando às curvas de reação para os Estados Unidos e para o resto do mundo:

$$(k + a^2)\,m_1 - abm_2 - a\mu = 0 \tag{9.15.a}$$

$$cd\,m_1 + (k + d^2)m_2 - d\mu = 0 \tag{9.15.b}$$

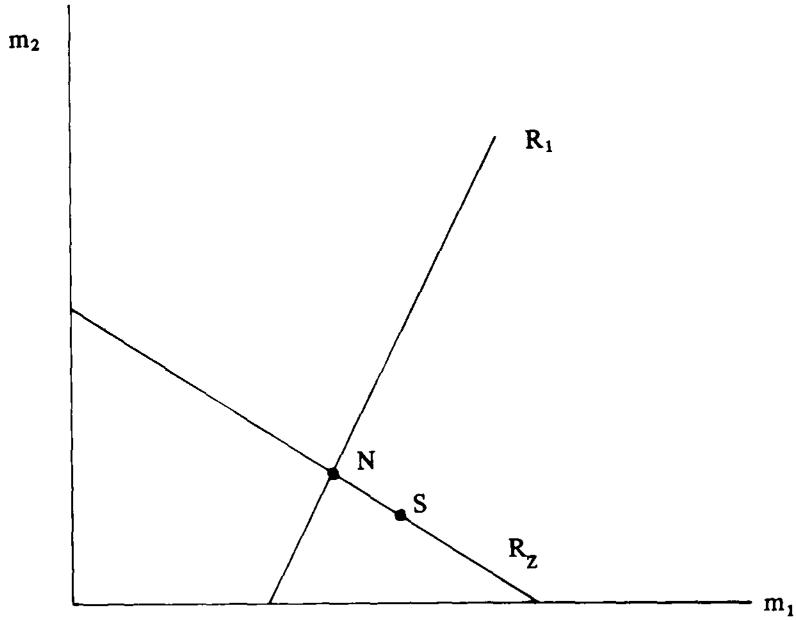
e ao equilíbrio de Nash:

$$m_{1N} = \frac{(k + d^2 + db)\,a\mu}{(k + a^2)\,(k + d^2) + abcd} \tag{9.16.a}$$

$$m_{2N} = \frac{(k + a^2)\,d - acd}{(k + a^2)\,(k + d^2) + abcd}, \tag{9.16.b}$$

como na figura 3.

Figura 3



O equilíbrio de Nash não explora o fato de que um aumento de m_2 prejudica os Estados Unidos, enquanto que um aumento de m_1 beneficia o resto do mundo. O resultado é uma expansão excessiva de m_2 e insuficiente de m_1. O equilíbrio de Stackelberg aumenta a expansão monetária nos Estados Unidos e diminui a expansão da moeda no resto do mundo para benefício de todos.

No caso, o regime de taxas fixas de câmbio, implicando $m_1 = m_2$, é Pareto-ineficiente, já que os coeficientes do modelo são assimétricos. Verifica-se com algebrismos corriqueiros que no equilíbrio de Nash pelo menos um dos participantes do jogo fica melhor que no regime de taxas fixas.

Embora analiticamente engenhoso, o modelo de Canzoneri & Gray se baseia em hipóteses excessivamente simplificadas de simetria, tanto no modelo de Mundell-Fleming quanto nas funções utilidade. A hipótese de que o parâmetro b do modelo simétrico tenha mudado de sinal entre 1920/1940 e entre 1950/1960 também é questionável: a principal razão pela qual a expansão monetária num país pode diminuir a atividade econômica no outro é o seu efeito sobre a taxa real de câmbio. Sucede que isso só pode ser observado com taxas de câmbio flutuantes, e nunca num regime de taxas fixas. (Note-se, a esse respeito, que a análise de Canzoneri & Gray sobre os efeitos da expansão monetária num país sobre a demanda agregada no outro é extremamente confusa, misturando oferta agregada, relação IS e relação LM, ao invés de se concentrar na relação IS).

Para exemplificar a sensibilidade do modelo de Canzoneri & Gray às hipóteses de simetria, suponhamos que, nos Estados Unidos e no resto do mundo, se tenha:

$$h_1 = am_1 + bm_2 - \mu$$

$$h_2 = bm_1 + am_2 - \mu$$

como nas equações (9.1.*a*) e (9.1.*b*). Admitamos que $b > 0$, mas que as funções utilidade possam diferir:

$$-U_1 = h_1^2 + k_1 m_1^2$$

$$-U_2 = \frac{1}{k_2} h_2^2 + m_2^2$$

Com $k_1 = k_2$, pelo que se viu, o resto do mundo preferirá o regime de taxas fixas ao de Stackelberg com taxas flutuantes. Sucede que, com $k_2 < k_1$, isto é, se o resto do mundo for mais avesso à expansão monetária do que os Estados Unidos, a conclusão pode ser outra.

Tomando um caso extremo, suponhamos $k_1 = 0$ e $k_2 = \infty$, o que leva às funções utilidade:

$$-U_1 = h_1^2 = (am_1 + bm_2)^2$$

$$-U_2 = m_2^2$$

No regime de taxas fixas de câmbio teríamos $m_2 = m_1$, como reação do resto do mundo, o que levaria os Estados Unidos a tomar:

$$m_1 = \frac{\mu}{a+b},$$

deixando o resto do mundo com utilidade:

$$U_{2F} = -\left(\frac{\mu}{a+b}\right)^2$$

Já se o resto do mundo optasse pelas taxas flutuantes, sua reação seria tomar $m_2 = 0$, o que lhe garantiria:

$$U_{2S} = 0$$

Da análise acima se conclui que, ainda que $b > 0$, o resto do mundo pode preferir o regime de taxas flutuantes ao de taxas fixas, desde que a sua aversão à expansão monetária seja suficientemente alta em relação aos Estados Unidos. Com $b < 0$, a possibilidade existe mesmo se $k_1 = k_2$.

A discussão precedente parece fornecer uma explicação bem mais convincente do colapso do regime de Bretton Woods do que a de Canzoneri & Gray. O colapso ocorreu em março de 1973, sete meses antes do primeiro choque do petróleo, simplesmente porque o resto do mundo não aceitava o excesso de expansão monetária nos Estados Unidos, o qual, no regime de taxas fixas, exportava inflação para a Europa e para o Japão.

Quanto às desvalorizações competitivas, a explicação mais convincente é a que supõe que a taxa de juros não mais tenha como baixar para estimular a atividade econômica. Em termos do modelo de Mundell-Fleming, isso equivale a confrontar duas curvas IS do tipo:

$$\begin{aligned} h_1 + \mu &= A\theta_1 + \gamma(h_2 + \mu) \\ h_2 + \mu &= A\theta_2 + \gamma(h_1 + \mu) \end{aligned} \qquad (A > 0; \quad 0 < \gamma < 1).$$

θ_i designando o logaritmo da taxa real de câmbio no país i. Admite-se que o país 1 fixe a taxa real de câmbio nos períodos ímpares, o país 2 nos períodos pares. Obviamente,

$$\theta_1 + \theta_2 = 0 \tag{9.17}$$

Supõe-se que a função utilidade em cada país seja:

$$U_i = -h_i^2$$

Nos períodos ímpares, o país 1 escolherá $\theta_1 = -\theta_2$ de modo que $h_1 = 0$. Isso leva a:

$$\theta_1 = -\theta_2 = \frac{\mu(1+\gamma)}{A} > 0 \text{ nos períodos ímpares}$$

$$\theta_2 = -\theta_1 = \frac{\mu(1+\gamma)}{A} > 0 \text{ nos períodos pares.}$$

O que significa que, nos períodos ímpares, o país 1 desvaloriza a sua taxa real de câmbio em $\theta_{1t} - \theta_{1,t-1} = \dfrac{2\mu(1+\gamma)}{A}$.

Nos períodos pares, o país 2 retruca com o mesmo movimento feito pelo país 1 no período anterior.

10. Jogos e dívida externa

O relato da crise da dívida dos países em desenvolvimento é bem conhecido, e pode ser descrito a partir da equação de dinâmica da dívida,

$$\dot{z} = z(i - x) - h, \quad (10.1)$$

onde z é a relação dívida líquida/exportações, $\dot{z}$ a sua derivada em relação ao tempo, i a taxa de juros média sobre o saldo da dívida, x a taxa de crescimento das exportações, h a fração da receita de exportações destinada ao serviço da dívida. Nas décadas de 60 e 70, a taxa de crescimento do comércio exterior, e em particular a de crescimento das exportações dos países em desenvolvimento, superava amplamente a taxa de juros internacional. Sob essa aritmética favorável da dívida ($x > i$), emprestar aos países em desenvolvimento era um bom negócio para os bancos comerciais; com efeito, ainda que os devedores quitassem as amortizações e juros com novos empréstimos externos ($h = 0$), a relação dívida/exportações cairia no tempo. Havia espaço até para que os novos empréstimos excedessem as amortizações e juros dos antigos ($h < 0$) sem que a relação dívida/exportações avançasse além dos limites de segurança aceitos pela comunidade bancária (cerca de $z = 2$, isto é, uma dívida líquida equivalente a dois anos de exportação). De 1979 a 1982, com a escalada da taxa de juros em dólares, com a recessão internacional, com a valorização do dólar e com a piora das relaçoes de troca dos países em desenvolvimento, a aritmética da dívida tornou-se altamente desfavorável, a taxa de juros i avançando muitos pontos percentuais acima da taxa de crescimento das exportações dos países endividados. Assim, as relações dívida/exportações cresceram além dos limites aceitáveis pelas normas de segurança bancária. A crise da dívida era iminente, e foi precipitada pela moratória do México em setembro de 1982.

O FMI e os bancos centrais dos países credores, sob a liderança da Reserva Federal dos Estados Unidos, imediatamente responderam à crise com a chamada estratégia de *muddling-through*, baseada nos seguintes pontos:

a) a aceitação, pelos devedores ilíquidos, de programas de ajustamento aprovados pelo FMI, e que estabeleciam, entre outras coisas, as metas de superávit comercial e de percentuais positivos (h) das receitas de exportações destinadas ao serviço da dívida;

b) a formação de um cartel de bancos credores que não apenas refinanciasse o principal da dívida mas que concedesse novos empréstimos de modo a que cada país devedor pudesse honrar os juros da dívida;

c) o tratamento, caso a caso, de cada devedor, evitando a formação de um cartel de devedores;

d) o estabelecimento da "filosofia da escorva da bomba": os acordos com o FMI e os empréstimos forçados aos países em desenvolvimento se destinariam apenas a apressar o acesso destes últimos ao mercado voluntário de empréstimos internacionais.

Como instrumento de propaganda, capaz de manter a coalizão dos bancos e as transferências de recursos dos devedores para o exterior, essa última hipótese era admirável. Só que ela supunha que o mundo voltasse à dinâmica favorável da dívida com $x > i$. Na realidade, desde a eclosão da crise da dívida, os países em desenvolvimento superendividados se ajustaram graças ao corte de importações, mas a taxa de crescimento de suas exportações continuou bem abaixo das taxas de juros internacionais. Nenhum desses países readquiriu acesso aos créditos voluntários dos bancos comerciais. De qualquer forma, se os adquirisse, seria em montantes inferiores a conta a pagar de juros externos.

A persistência da dinâmica adversa da dívida ($x < i$) levou a duas conseqüências. Primeiro, a percepção pelos países devedores de que as transferências líquidas de recursos para o exterior ($h > 0$) teriam que persistir a longo prazo. Nessas condições, o incentivo a pagar deixou de ser a volta ao mercado voluntário, mas o preço da inadimplência. Segundo, os bancos credores passaram a pôr em dúvida a solvência dos devedores. Com efeito, solvência, pela equação (10.1), significa manter trajetórias de h tais que, dada a trajetória de $x - i$, e suponto $x > 0$, levem a $z = 0$ num horizonte finito. Em condições de dinâmica da dívida favorável ($x > i$), qualquer h positivo assegura a solvência. Mas, com $x < i$ a solvência depende da taxa de crescimento das exportações, das taxas de juros internacionais e da percentagem da receita de exportações que o país esteja disposto a destinar ao serviço da dívida. Nenhum desses parâmetros está sob o controle dos bancos credores, e alguns escapam ao controle dos próprios devedores.

A percepção de que o mundo vive uma quadra de dinâmica desfavorável da dívida criou vários novos problemas, e que caracterizam a atual etapa de "fadiga da dívida":

a) os países devedores que continuam cooperando com os credores o fazem para evitar os custos da inadimplência, e não com esperança de retornar aos mercados voluntários, pelo menos em montantes que invertam o sinal das transferências de recursos. Sucede que as sanções por inadimplência, embora prejudiquem os devedores, pouco ou nada beneficiam os credores. Como tal elas constituem uma ameaça, mas não uma ameaça acima de qualquer suspeita;

b) como conseqüência, alguns devedores tentaram jogar duro com os credores (como Peru e o Brasil em 1987), e multiplicaram-se os pleitos para o perdão parcial das dívidas;

c) os créditos bancários contra países em desenvolvimento passaram a ser negociados no mercado secundário com descontos;

d) os bancos credores trataram de escudar seus créditos contra países em desenvolvimento com reservas para devedores duvidosos;

e) os novos acordos com países em desenvolvimento seguem o *menu approach:* além do reescalonamento do principal e de novos empréstimos para possibilitar o pleno pagamento de juros, oferece-se, aos credores que quiserem, a possibilidade de compra de "bônus de saída" e facilidades para a conversão da dívida em capital. Nesses acordos, o cartel de bancos continua se opondo à capitalização parcial de juros.

O problema da crise da dívida dos países em desenvolvimento suscita várias questões interessantes de teoria dos jogos:

1. A formação do cartel de credores logo após a moratória do México em 1982 foi do interesse dos credores? E dos devedores?

2. Como foi possível articular rapidamente um cartel de credores?

3. Por que a estratégia do *muddling-through* insistiu no tratamento caso a caso, evitando a formação de um cartel de devedores?

4. Por que os devedores não se uniram num cartel?

5. Por que os credores e o FMI sempre se opuseram à capitalização parcial de juros?

6. Como explicar que os grandes bancos continuem concedendo novos empréstimos aos países em desenvolvimento cujas dívidas são cotadas com deságio nos mercados secundários?

7. Caracterizada a fadiga da dívida, por que os bancos não negociam espontaneamente com os devedores o seu perdão parcial?

8. Em experiências não-cooperativas, como a moratória brasileira de 1987, as maiores sanções foram aplicadas pelos organismos de crédito oficial, que continuaram a receber seus pagamentos em dia, e não pelos bancos comerciais, diretamente atingidos pela suspensão dos pagamentos. Por quê?

9. Se os bancos estão dispostos a vender seus créditos contra os países em desenvolvimento abaixo do par, como os devedores poderão apropriar-se desse deságio?

Examinemos estes problemas, começando pela formação do cartel de credores.

Voltemos ao início de 1983. Suponhamos que a dívida vincenda de um país ilíquido, naquele ano, totalizasse D milhões de dólares, sendo a_kD milhões de dólares com o késimo banco credor ($k = 1,\ldots, n$). Admitamos que o limite de ruptura do país em matéria de transferências para o exterior fosse $\bar{J}$ milhões de dólares, sendo $a_kD < J < D$ ($k = 1,\ldots, n$). Em suma, o que o país estaria disposto a transferir para o exterior para não ser punido por inadimplência seria inferior ao total da dívida vincenda (amortização mais juros), embora superior a esta com cada credor individual.

Designemos por $R_k \geqslant 0$ o montante da dívida refinanciada pelo késimo credor, e por $R = R_1 + R_2 + \ldots + R_n$. Isto posto, $D - R$ seria a transferência de recursos exigida do país. Teríamos aí duas situações possíveis:

a) $D - R > \bar{J}$ – Nesse caso o país pagaria as dívidas vincendas com o refinanciamento R e com a transferência $J = D - R$ para o exterior. O recebimento líquido L_k do késimo credor seria:

$$L_k = a_kD - R_k \qquad (10.2)$$

b) $D - R \leqslant \bar{J}$ – Nesse caso o país preferiria ser punido por inadimplência. Os credores nada receberiam, isto é,

$$L_k = 0, \qquad (10.3)$$

já que é impossível executar bancos centrais por não conseguirem acumular reservas ou países por não conseguirem superávits comerciais.

Suponhamos que os credores agissem não-cooperativamente. É fácil verificar que, no único equilíbrio de Nash, $R_1 = R_2 = \ldots = R_n = 0$, por conseguinte, $L_1 = L_2 = \ldots = L_n = 0$. (Admite-se que cada credor escolha R_i de modo a maximizar L_i, supondo-se incapaz de afetar as escolhas dos demais). Em suma, cada credor deixaria por conta dos outros o refinanciamento do país devedor. Com isso não haveria refinanciamento, e a resposta do devedor seria a inadimplência.

Não é difícil imaginar uma solução cooperativa melhor para todos, para cada credor e também para o devedor. De início, se estabeleceria um montante $J < \bar{J}$, a ser transferido do devedor para o conjunto de credores. Isto posto, os credores seriam compelidos a refinanciar o total $R = D - J$, cabendo a cada um a quota,

$$R_k = a_k (D - J), \tag{10.4}$$

de acordo com o princípio de sacrifício proporcional. Isto posto, o recebimento líquido de cada credor seria:

$$L_k = a_k J \tag{10.5}$$

A habilidade da estratégia do *muddling-through* não foi reconhecer a existência de uma situação em que a racionalidade individual conflitava com a coletiva, pois isso é comum em jogos não-cooperativos. Mas imaginar um esquema operacional que incentivasse cada banco a aderir ao cartel de credores.

O esquema em questão se baseava na seguinte amarração:

a) cada país devedor firmaria um acordo com o FMI, pelo qual se comprometeria a adotar políticas de ajustamento e, como conseqüência, transferir J milhões de dólares para o exterior ($J < \bar{J}$); o FMI contribuiria para o refinanciamento do país com uma soma simbólica;

b) como parte do acordo, cada banco credor deveria refinanciar o país num montante $R_k = a_k (D - J)$, de acordo com o princípio de sacrifício proporcional; o acordo só estaria fechado quando todos os bancos credores a ele tivessem aderido;

c) o país devedor só retomaria o pagamento com os bancos quando todos tivessem aderido ao acordo;

d) se o país descumprisse as cláusulas de seu acordo com o FMI, tanto este quanto os bancos credores imediatamente suspenderiam a assistência financeira ao país.

A habilitade dessa amarração é que ela tornava a adesão ao acordo a estratégia dominante de todos, tanto do país devedor quanto de cada um dos seus credores. Com efeito, para o devedor era preferível transferir J milhões de dólares para o exterior do que ser tratado como inadimplente. Quanto a cada banco, as alternativas eram aderir ao acordo e receber $a_k J$, ou não aderir e nada receber. Por certo, para juntar cerca de 700 credores, foram necessários esforços adicionais, em termos de ameaças e persuasão moral. O fato, porém, é que a formação do cartel de credores dificilmente teria sido bem-sucedida se não se tivesse imaginado um esquema que tornasse a adesão ao cartel a estratégia dominante de cada credor.

Por certo, para os devedores, era aparentemente preferível tratar com o cartel de credores do que negociar isoladamente com cada um deles, o que não levaria a nada. Note-se, no entanto, que a estratégia do *muddling-through* foi muito mais favorável aos credores do que aos devedores. Isso por várias razões.

Primeiro o cartel dos credores desenvolveu a idéia da "escorva da bomba", segundo a qual os países em desenvolvimento deveriam transferir temporariamente recursos para o exterior para recuperar seu acesso ao mercado voluntário de crédito. É claro que o máximo $\bar{J}$ que cada país estaria disposto a transferir por ano para o exterior era maior na perspectiva de um sacrifício temporário do que na de uma drenagem permanente de recursos. No primeiro caso, se tratava de um investimento para reconquistar credibilidade, no segundo de um custo destinado apenas a evitar o preço da inadimplência. Essa idéia não mais se sustenta, mas incentivou os países endividados a adotar medidas draconianas para acumular superávits comerciais em 1983 e 1984. Não se pode dizer que o cartel de credores estivesse tentando ludibriar os devedores, primeiro porque estes últimos não eram assim tão tolos, segundo porque o retorno aos mercados voluntários seria possível se o mundo voltasse à aritmética favorável da dívida. Só que a conjectura lançada, num jogo de informação incompleta, era a que, em qualquer instância, mais benefício traria aos credores.

Também o cartel tratou de sugerir que os países inadimplentes sofreriam sanções fortíssimas. No mínimo, perderiam os créditos comerciais e interbancários. Com muita probabilidade seriam excluídos do sistema internacional de pagamentos. E, possivelmente, seriam submetidos ao confisco de navios, aviões e exportações.

Por último, o cartel de credores insistiu em que os problemas dos países endividados deveriam ser tratados caso a caso, evitando a formação de um cartel de devedores.

Que os devedores teriam algo a ganhar juntando-se num cartel parece óbvio, dentro do princípio de que a união faz a força. Uma maneira de modelar o problema é com o esquema de barganha de Rubinstein. De acordo com esse modelo, que visualiza a cooperação como um equilíbrio perfeito em subjogos de um jogo não-cooperativo repetido, a fatia do bolo que cada parte consegue é tanto menor quanto maior o custo relativo do impasse nas negociações. O bolo, no caso, era o total das transferências máximas que os devedores estavam dispostos a ceder aos credores. Para cada devedor o custo do impasse seria o mesmo, quer agissem em conjunto, quer em separado. Mas para o cartel dos credores, o custo do impasse seria muito maior na negociação em conjunto. Ele seria igual à soma custo dos impasses nas negociações em separado com os vários devedores individuais.

Examinemos analiticamente o problema. O modelo de Rubinstein confronta dois jogadores disputando um bolo de tamanho igual a 1. A utilidade do iésimo jogador e função $u_i\,(s_i,\, t)$ da fração s_i do bolo que lhe é destinada e do período t em que se encerram as negociações, com as seguintes propriedades:

a) $u_i\,(s_i,\, t)$ é contínua e crescente em s_i e decrescente em t;
b) $u_i\,(1,\infty) \leqslant u_i\,(0,0)$
c) se $u_i\,(s_i,\, 0) = u_i\,(s_i',\, 1)$ então, para qualquer $t, u_i\,(s_i,\, t) = u_i\,(s_i',\, t+1)$;
d) se $u_i\,(s_i,\, 0) = u_i\,(s_i',\, 1)$, então $s_i' - s_i$ é função crescente de s_i.

Essas propriedades indicam que cada jogador deseja obter a maior fatia possível do bolo, mas que a delonga nas negociações envolve um custo que, acumulado indefinidamente, é pelo menos do tamanho de todo o bolo; que a fração do bolo $s_i' - s_i$ da qual cada jogador está disposto a abrir mão para evitar um período de delonga nas negociações é estacionária no tempo, e tanto maior quanto maior a fatia já conquistada do bolo.

Um dos jogadores abre o jogo no período 0 com uma proposta de divisão do bolo; o outro, ou a aceita imediatamente, ou apresenta uma contraproposta no período 1; neste último caso, o jogador que fez a proposta inicial ou aceita a contraproposta do outro no período 1, ou volta com nova proposta, no período 2, e assim sucessivamente.

Com informação completa, o jogo se resolve no período 0 da seguinte maneira: se o jogador 1 for o primeiro a apresentar a proposta, o bolo se divide com $s_1 = x_1$, $s_2 = 1 - x_1$; se o jogador 2 apresentar a proposta inicial, a divisão do bolo será $s_1 = 1 - x_2$, $s_2 = x_2$. As frações x_1 e x_2 são determinadas pelas equações que condicionam o equilíbrio perfeito em subjogos:

$$
\begin{aligned}
u_1 (1 - x_2, 0) &= \max \left\{ u_1 (x_1, 1);\ u_1 (0; 0) \right\} \\
u_2 (1 - x_1, 0) &= \max \left\{ u_2 (x_2, 1);\ u_2 (0; 0) \right\}
\end{aligned}
\qquad (10.6)
$$

No caso usual em que o bolo não é engolido por um único jogador, isto é, em que o sistema (10.6) dá $0 < x_1 < 1$ e $0 < x_2 < 1$, obtém-se

$$
\begin{aligned}
u_1 (1 - x_2, 0) &= u_1 (x_1, 1) \\
u_2 (1 - x_1, 0) &= u_2 (x_2, 1),
\end{aligned}
$$

o que permite interpretar $x_1 + x_2 - 1$ como o custo para ambos os jogadores de um período de delonga nas negociações.

Imaginemos que o bolo fosse o máximo de recursos que os países devedores estivessem dispostos a transferir para o exterior, para não serem sancionados por inadimplência, que o jogador 1 fosse o cartel de credores, e que o jogador 2 fosse um cartel de devedores. Supondo que coubesse ao cartel de credores a primeira oferta, o bolo se dividiria de acordo com as frações $s_1 = x_1$, $s_2 = 1 - x_1$, o custo de delonga nas negociações para ambas as partes sendo $c = x_1 + x_2 - 1$.

Tomemos agora o caso da negociação em separado do cartel de credores com cada devedor. Repartindo o bolo nas proporções (s_1, s_2) da negociação cartel a cartel, configurar-se-ia uma situação de desequilíbrio. Com efeito, o custo da delonga nas negociações continuaria igual a c para o devedor (supõe-se, para simplificar, que c seja o mesmo para todos os devedores), mas menor do que c para o cartel de credores. Com efeito, o custo na delonga de uma negociação de 50 ou US$ 100 bilhões é certamente menor do que o custo da delonga numa negociação de US$ 400 bilhões. Como, pela hipótese *d* do modelo de Rubinstein, esses custos são função crescente da fatia do bolo conquistada, o novo equilíbrio exigiria o aumento da fatia do cartel dos credores e a diminuição da do devedor, em relação ao equilíbrio cartel-cartel. Em suma, o modelo de Rubinstein mostra claramente que, negociando em separado, o cartel de credores extrairia mais transferências dos países devedores do que se estes últimos se juntassem num cartel.

A análise acima explica por que o cartel de credores sempre se opôs, e continua se opondo, à formação de um cartel de devedores, dentro do princípio do tratamento caso a caso. O que vale examinar é porque razão os devedores, ao contrário dos credores, não se uniram num cartel. Afinal, quando eclodiu a crise da dívida, no final de 1982, os devedores contavam-se em poucas dezenas e os credores em muitas centenas.

A razão é que, para formar um cartel, não basta um interesse potencial. É preciso criar mecanismos que tornem a adesão ao cartel a estratégia dominante de cada participante do jogo. Como isso se fez no caso dos credores foi descrito anteriormente. No caso dos devedores, a solidariedade terceiro-mundista era apenas retórica. Faltavam interesses econômicos ou laços políticos que dessem credibilidade a estratégias de punição a quem não aderisse ao cartel, ou dele desertasse. Ao contrarío, o cartel de credores parecia preparado para punir quem se aventurasse a liderar um cartel de devedores, e a subornar os desertores.

Note-se que, nos acordos firmados entre os bancos credores e os devedores ilíquidos, os montantes de juros devidos que estes últimos não conseguiam transferir para o exterior vinham sob a forma de novos empréstimos, e nunca via capitalização parcial de juros. A diferença é relevante em empréstimos lastreados em garantias tangíveis, mas não em empréstimos a balanço de pagamentos.

Uma razão para a ojeriza do cartel dos credores à capitalização parcial dos juros se deve às normas de contabilidade bancária: os juros capitalizados não seriam contabilizados como receita dos credores. Já se eles fossem totalmente pagos, ainda que parcialmente financiados via novos empréstimos, eles seriam totalmente reconhecidos como receita dos bancos. Para os bancos norte-americanos, altamente vulneráveis à crise da dívida no início de 1983, essa era quase uma questão de vida ou morte. (A situação mudou completamente em cinco anos, devido ao aumento do capital dos bancos).

Pode-se também alegar que a capitalização parcial dos juros seria má prática bancária, no sentido de que os credores não apenas estariam abrindo mão de parte dos dólares que lhes eram devidos, mas também dos pesos, cruzeiros ou cruzados que os mutuários dos países externamente ilíquidos se haviam comprometido a pagar. Só que, dentro dessa ótica, o cartel dos credores poderia ter aceito receber parte do pagamento em dólares, parte em moedas locais, uma variante superior à simples capitalização de juros. Essa variante foi rejeitada pelo cartel dos credores, que, em muitos casos, preferiu conceder novos empréstimos a governos e bancos centrais em moedas conversíveis, do que a aceitar parte do pagamento em moedas inconversíveis.

Uma razão lógica para a recusa a essa forma de pagamento é fornecida também pelo modelo de Rubinstein. Como indicam as equações (10.6), na barganha leva vantagem quem apresenta a primeira proposta. Com os juros que não podiam ser pagos sendo cobertos por novos empréstimos, a primeira proposta naturalmente vinha do cartel dos credores. Com a capitalização, ou o pagamento parcial em moeda local, a iniciativa passaria facilmente aos devedores.

Porque o cartel dos credores não se desfez com a fadiga da dívida, isto é, no momento em que devedores e credores passaram a questionar a capacidade de retomo ao mercado voluntário, levando estes últimos a constituir provisões para devedores duvidosos, e criando um mercado secundário onde os créditos contra devedores duvidosos são negociados com desconto, é uma questão que merece ser analisada. Afinal, não é muito fácil para um banqueiro explicar a seus acionistas porque emprestou US$ 1 a mais a um país, já que esse empréstimo é cotado no mercado secundário por 50 centavos no dia seguinte.

De fato, os bancos continuam emprestando aos países ilíquidos por uma razão: não há garantias que lastreiem empréstimos a balanços de pagamentos. Isto posto, é melhor receber parte dos juros do que nada receber. Por outro lado, as regras de amarração entre credores, devedores e FMI continuam as mesmas. Apesar disso, o cartel de credores inventou novas saídas para aqueles que não mais considerarem estratégia dominante aderir aos novos financiamentos a países em desenvolvimento: conversão de dívida em capital (que é uma maneira indireta de receber a dívida em moeda local), bônus de saída (baseados na tradição dos países subdesenvolvidos de honrarem pontualmente os bônus).

Caracterizada a fadiga da dívida, uma questão freqüentemente levantada nos círculos acadêmicos é porque os bancos credores não negociam com os devedores o perdão parcial da mesma. Sob a ótica dos jogos com informação completa, o problema é fácil de se modelar. O esquema mais atrativo, do ponto de vista teórico, seria o modelo de Rubinstein. Infelizmente, nada se sabe sobre o custo na delonga das negociações. Isto posto, apelemos para o modelo de barganha de Nash, que, no caso, equivale à cooperação segundo os valores de Shapley.

Imaginemos um país com dívida externa D à taxa de juros i, sob a forma de perpetuidade. O Produto Interno Bruto do país será igual a Y se ele cooperar com os credores externos, Y-S no caso de inadimplência. Neste último caso, o Produto Nacional Bruto também será igual a Y-S, já que o país nada transfere para o exterior. Se o país cooperar com os credores, transferindo para o exterior T milhões de dólares por ano, o Produto Interno Bruto subirá para Y, o Produto Nacional Bruto, que é o que realmente lhe interessa, para Y-T.

Os credores, no caso de inadimplência, nada recebem. No caso de acordo, recebem $T \leqslant iD$, como resultado do perdão parcial da dívida ou redução da taxa de juros, o que dá na mesma.

Admitamos que as funções utilidade sejam lineares, a do país no seu Produto Nacional Bruto, a dos credores no montante recebido por ano T. Isto posto, o ganho dos credores é igual a T, o do devedor S-T. O modelo de Nash reparte o bolo de modo a maximizar T (S-T), com a restrição $T \leqslant iD$, já que a dívida só pode ser renegociada para menos, e não para mais. Chega-se, assim a:

$$T = \min\left\{0{,}5S; iD\right\} \tag{10.7}$$

Ou seja, o perdão parcial da dívida ocorreria apenas quando $iD > 0{,}5S$, isto é, quando os juros excedessem metade do custo da inadimplência para o devedor. O perdão parcial seria uma ocorrência única, reduzindo as transferências para o exterior a $0{,}5S$. Isto feito, não haveria espaço para um segundo pedido de perdão parcial da dívida.

Porque, no mundo real, nada ocorreu parecido com a descrição acima é questão que comporta duas explicações. A primeira, pouco relevante, é que os processos de barganha num jogo com informação completa são mais complexos do que os contemplados pelo modelo de Nash. A segunda, realmente importante, é que o problema da dívida externa dos países em desenvolvimento deve ser tratado como um jogo de informação incompleta.

Sob esse prisma, acertos como o sugerido pela fórmula (10.7) são totalmente destituídos de sentido, não pelas debilidades do modelo de Nash, mas pelo desconhecimento de S. Isto posto, é natural que o cartel de credores recuse propostas como a apresentada pelo Brasil em 1987, que queria transformar metade de sua dívida com os bancos comerciais em bônus, cujo valor em dólares seria 70% das notas promissórias correspondentes. Obviamente, a proposta abria espaço para que, no ano seguinte, o Brasil pedisse mais 30% de perdão da dívida, e assim consecutivamente

Apesar dos problemas criados pela informação incompleta, vale notar que os países devedores têm conseguido sucessivas vantagens nas renegociações das suas dívidas desde o final de 1982. Na renegociação de 1983, os bancos cobravam do Brasil 2% acima da maior das duas, a Libor ou a *prime rate*. Na renegociação de 1988, os prazos foram esticados, e os juros reduzidos à Libor mais 13/16.

A explicação em parte se obtém pelas aproximações sucessivas na barganha com informação incompleta, em parte pela natureza do cartel dos credores. A liderança desse cartel, formado no final de 1982, não coube a nenhum grande banco, mas à Reserva Federal norte-americana com o auxílio do FMI, sob o comando de duas personalidades fortes: Paul Volcker e Jacques de la Rosiére. Uma terceira liderança se incorporou posteriormente, quando James Baker III se tornou Secretário do Tesouro dos Estados Unidos. A liderança nem nutria grande simpatia pelos bancos credores nem pelos países devedores. Mas pretendia evitar, a qualquer custo, uma cadeia de falências bancárias que pudesse destruir o sistema financeiro internacional. Nessas condições, era preciso, numa primeira etapa, forçar a cooperação entre devedores e credores. E, gradativamente, fortalecer os bancos para que eles pudessem enfrentar uma eventual confrontação com os devedores. Sob esse ponto de vista, a estratégia de ganhar tempo foi um sucesso. Obviamente, ela previa que os bancos deveriam fingir-se de muito fortes enquanto estivessem altamente vulneráveis à crise da dívida. Posteriormente, caberia aos bancos, financeiramente fortalecidos, mostrar a sua força real, ou a sua fraqueza.

De fato, sem o comando do governo norte-americano e o auxílio do FMI a posição dos bancos era fraca. Sancionar os países inadimplentes não lhes daria quase nenhum ganho, e poderia provocar retaliações, pelo menos no caso dos grandes bancos com filiais nesses países. Quanto aos bancos pequenos, as sanções não trariam retaliações, mas envolveriam custos provavelmente superiores aos benefícios. Não surpreende, assim, que os estímulos e sanções fosse comandados pela direção do cartel, e não pelos bancos credores. A redução dos juros na renegociação da dívida mexicana para 13/16 sobre a Libor foi imposta aos bancos pela Reserva Federal. Na mesma linha, quando o Brasil decretou a moratória dos juros devidos aos bancos comerciais, em fevereiro de 1987, as grandes sanções não vieram das vítimas, que se limitaram a estreitar os prazos dos créditos comerciais e interbancários e aumentar os *spreads*. Mas dos governos, agências oficiais de crédito, e participantes do Clube de Paris, que fecharam suas portas ao Brasil. Nesse sentido, a mensagem do governo Reagan de que o problema da dívida deveria ser negociado entre os países endividados e seus bancos credores com o auxílio do FMI foi objeto de interpretação bisonha entre nós. O entendimento brasileiro foi que os governos da OCDE não se meteriam no assunto. Na realidade, os governos da OCDE indicavam um caminho a ser seguido pelos devedores. Só que quem deles se desviasse seria punido, não pelos bancos credores, mas pelos governos da OCDE. Diga-se de passagem, as punições não se limitavam aos cortes de crédito, mas se estendiam às sanções comerciais.

Fortalecidos os bancos, é natural que os governos dos países credores os deixem à própria mercê. Com efeito, os banqueiros não conseguem ser politicamente simpáticos, nem no Brasil nem em qualquer país do mundo. Isto posto, os governos só costumam solidarizar-se com os bancos quando há o perigo de quebra.

Não é à toa que, a esta altura, as propostas de perdão parcial da dívida encontram defensores, não apenas nos países devedores, mas nos círculos políticos dos países credores. As propostas, no momento, se limitam a privilegiar pequenos países de baixa renda *per capita*, que pouco prejuízo dariam aos bancos e que realmente parecem os mais necessitados.

O problema prático é como operacionalizar a redução das dívidas. Os bancos estão dispostos a desfazer-se dos seus créditos com países em desenvolvimento abaixo do seu valor nominal, mas para serem pagos em dólares, marcos ou ienes, e não com outros títulos da dívida dos mesmos países, a menos que esses títulos venham com um reforço de garantias. Isto posto, até agora os países em desenvolvimento só conseguiram duas formas práticas de capturar parte do deságio dos seus títulos nos mercados secundários. O primeiro é a compra direta desses títulos, mediante pagamento em moedas conversíveis. Para isso, é preciso que o país disponha de reservas. Ainda assim, várias operações desse tipo têm sido realizadas no Brasil, através da apelidada conversão informal. O caso mais notável foi o da Bolívia em 1987, que comprou 47% da sua dívida bancária com 89% de desconto. Os recursos provieram de um donativo especialmente destinado a essa compra. O modelo boliviano obviamente indica o caminho mais espontâneo para o perdão parcial das dívidas dos pequenos países.

Um segundo mecanismo se encontra nas conversões de dívida em capital. O país pode estabelecer uma quota para essas conversões, e aceitar os candidatos que ofereçam maiores deságios. Esse mecanismo vem sendo usado pelo Brasil nas conversões formais da dívida.

Uma possibilidade muito discutida é a da securitização. O país substituiria parte da dívida em notas promissórias por bônus com juros fixos, digamos 6% ao ano. O potencial de aceitação destes bônus se deveria a dois fatores: a sua maior liquidez e à tradição de pagamento pontual do bônus. Essa tradição, no entanto, não é uma garantia firme, pois não há nenhum dispositivo legal que determine que o pagamento dos bônus tenha prioridade sobre o dos demais instrumentos da dívida. Trata-se de uma tradição recente, e que se explica apenas pelo fato de a dívida em bônus ser uma fração muito pequena da dívida bancária. Em todo o caso, os bônus de saída têm algum apelo para os pequenos bancos que vendem os seus créditos contra a América Latina com descontos de 50% ou mais.

Uma possibilidade mais ampla seria a emissão de bônus dos países devedores com garantia do Banco Mundial. Aí sim, como o capital do Banco Mundial é garantido pelos países desenvolvidos, os bancos credores estariam dispostos a trocar parte de seus créditos por esses bônus, repassando o desconto para os países devedores. Com efeito, os bônus agora teriam uma garantia que as promissórias não têm. O Banco Mundial, por seu turno, poderia monitorar o desempenho dos países devedores numa escala inacessível aos bancos comerciais.

Abstract

Although games theory only reached macroeconomics in the eighties, it arrived with enough power to dethrone the revolution of rational expectations that had dominated macroeconomic thinking in the seventies. That is the theme of the present article. The connection between the two theories derives from a theorem that proves that the hypothesis of rational expectations is equivalent to the hypothesis that

players in a non-cooperative game immediately locate a Nash equilibrium. This suggests two criticisms of the former hipothesis. The first springs from the fact that the concept of Nash equilibrium refers to games with complete information. Where as many macroeconomic problems must be described as games with incomplete information. The second critique derives from the fact that Nash equilibrium means no regrets, and not necessarily *a priori* rationality. A player in a non-cooperative game only has reasons for behaving as a Nash strategist if he is fully convinced that the other players will act in the same way. This makes the association between rationality and equilibrium quite problematic in games with a large number of players or with Nash multiple equilibria. The result of these observations is the reformulation of the theory of inflation in terms that draw much closer to Keynesianism than to the hypothesis of rational expectations. In short, there is much more inertia than Lucas and Sargent supposed. This is the theme dealt with in the first eight sections of the present article. Two other themes are considered in the following sections. First, international monetary coordination, based on the Canzoneri-Gray model; and secondly, the problem of foreign debt in developing countries, a topic that lends itself to interesting explorations in terms of games theory.

Bibliografia

Axelrod, R. *The evolution of cooperations*, New York, Basic Books, 1984.

Backus, D. & Driffill, J. Inflation and reputation. *Discussion paper*, n. 560, Department of Economics, Queen's University, 1984*a*.

________. Rational expectations and policy credibility following a change of regime. *Discussion paper*, n. 564, Department of Economics, Queen's University, 1984*b*.

Barro, R. *Reputation in a model of monetary policy with incomplete information.* University of Rochester, 1985. mimeogr.

________ & Gordon, R. A positive theory of monetary policy in a natural rate model. *Journal of Political Economy, 91* (4):589-610, 1983*a*.

________ & ________. Rules, discretion and reputation in a model of monetary policy. *Journal of Monetary Economics*, (12):101-21, 1983*b*.

Calmfors, L. Employment policies, wage formation and trade union behavior in a small economy. *Scandinavian Journal of Economics*, (84):245-373, 1982.

________. The roles of stabilization policy and wage setting for macroeconomic stability – the experiences of economies with centralized bargaining. *Seminar paper*, n. 286, Institute for International Economic Studies, 1984.

Canzoneri, Mathew B. & Gray, Jo Anna. Monetary policy games and the consequences of non-cooperative Behavior. *International Economic Review, 26*(3):547-64, 1985.

Evans, George. The stability of rational expectations in macroeconomic models. In: Frydman, Roman & Phelps, Edmund S., ed. *Individual forecasting and aggregate outcomes ("rational expectations" examined).* Cambridge, Cambridge University Press, 1983. p. 69-96.

Fraga, Armínio & Werlang, Sergio. Uma visão da inflação como conflito distributivo, *Revista Brasileira de Economia, 37*(3):*361-67*, 1983.

Friedman, James W. *Game theory with applications to economics.* Oxford University Press, 1986.

Horn, Henrik & Persson, Torsten. Exchange rate policy, wage formation and credibility. *Seminar paper*, n. 325. Institute for International Economics, University of Stockholm, 1985.

Jones, A.J. *Game theory:* Mathematical models of conflict. New York, Halstead Press, 1980.

Kreps, D. & Wilson, R. Reputations and imperfect information. *Journal of Economic Theory*, *27*:253-79, 1982*a*.

________ & ________. Sequential equilibrium. *Econometrica*, (50):863-94, 1982*b*.

Krugman, Paul. International debt strategies in an uncertain world. In: Smith, Gordon W. & Cuddington, John T., ed. *International debt and the developing countries.* A World Bank Symposium. 1985. p. 79-100.

Lucas, Robert & Sargent, Thomas. ed. *Rational expectations and econometric practice.* Minneapolis, University of Minnesota Press, 1981.

Rogoff, K. Productive and counterproductive cooperative monetary policies. *International finance discussion paper*, n. 233. Board of Governors of the Federal Reserve System, 1983.

________. *Credibility and stabilization policies*, 1986. mimeogr.

Rubinstein, Ariel. Perfect equilibrium in a bargaining model. *Econometrica*, (50): p. 97-109, 1982.

Sargent, T. *Rational expectations and inflation*, New York, Harper & Row, 1985.

Simonsen, Mário Henrique. The developing-country debt problem. In: Smith, Gordon W. & Cuddington, John T., ed. *International debt and the developing countries.* A World Bank Symposium, 1985. p. 101-26.

________. Rational expectations, income policies and game theory *Revista de Econometria*, *6* (2):7-46, 1986.

________. *Inércia inflacionária e inflação inercial.* Fundação Getulio Vargas, 1988*a*. mimeogr.

________. Rational expectations, game theory and inflationary inertia. In: Anderson, Phillip; Arrow, Kenneth J. & Pines, D., ed. *The economy as an evolving complex system.* Addison-Wesley, The Advanced Book Program, 1988*b*. p. 205-41.

Townsend, Robert M. Market anticipations, rational expectations and bayesian analysis. *International Economic Review*, (19):481-94, 1978.

von Neumann, John & Morgenstern, Oskar. *Theory of games and economic behavior.* Princeton, Princeton University Press, 1944.