

**ECONOMETRIA E VERIFICABILIDADE  
DE TEORIAS ECONÔMICAS**

**Carlos A. Crusius**  
Série G, nº 01, JAN/90

ECONOMETRIA E VERIFICABILIDADE DE TEORIAS ECONOMICASCarlos A. Crusius  
Dep. Estatística, UFRGSI. Introdução

No presente trabalho serão analisados alguns aspectos da contribuição que os métodos econométricos podem fornecer à verificação empírica de uma dada Teoria Econômica, questão conhecida como "problema da verificabilidade". Muito embora a ênfase que será colocada nos procedimentos econométricos, as idéias desenvolvidas não se restringem ao campo da Ciência Econômica, pertencendo antes aos amplos domínios da Metodologia Científica em geral.

Será percorrido o caminho inverso ao do livro-texto, ao de um curso regular de Econometria. Neles, parte-se da especificação do modelo, discute-se, se for o caso, problemas de identificação, aplica-se o método de estimação julgado mais adequado e, finalmente, realizam-se os testes de hipótese pertinentes. Vai-se, então, da Teoria ao Mundo. O que se pretende é determinar o quê se pode afirmar sobre a adequacidade das premissas teóricas subjacentes ao modelo utilizado, dada a evidência fornecida pelos testes empíricos. Quer-se, por conseguinte, ir do Mundo à Teoria.

O problema da verificabilidade, em resumo, refere-se ao grau de crença na verdade das premissas teóricas que pode ser racionalmente derivado de uma ou várias provas empíricas às quais a teoria é submetida. O que se indaga é em quê extensão testes empíricos fornecem informações que permitam concluir sobre a verdade das hipóteses teóricas.

As preocupações com esse assunto tornaram-se mais notáveis, nesse Século, a partir das obras do chamado "Círculo de Viena", cujos componentes viriam constituir a corrente do Empirismo Lógico. Com base principalmente no "Tractatus" de Wittgenstein, autores como H. Hahn, M.

Schlick, U. Neurath e R. Carnap, entre outros, desenvolveram a idéia original de "significatividade" de uma proposição. De acordo com a escola, uma proposição terá significado somente quando afirmar a ocorrência de certos eventos e, o que é igualmente importante, excluir a de outros. O valor-verdade de uma proposição passa, assim, a ser determinado apenas empiricamente, por suas próprias condições de verificabilidade.

Schlick ampliou tal conceito, aplicando-o à análise da verdade de uma teoria. Para ele, o valor-verdade de uma teoria deve ser determinado verificando-se (testando-se), de forma exaustiva, o conteúdo empírico de suas proposições factuais. Mais tarde, Carnap alertaria para a impraticabilidade da proposta de Schlick, já que as teorias trabalham com proposições universais, aplicáveis a um número indefinido de situações.

Sendo impossível a verificação exaustiva, Carnap propõe que se reconheça como logicamente válida a verificação parcial da teoria, ou seja, a sua verificação em um número limitado de casos, introduzindo o termo "confirmabilidade" para designar tal processo. A medida em que aumentam as instâncias em que a teoria não é rejeitada pelo real, crescerá seu grau de confirmabilidade, o qual poderia ser expresso como uma probabilidade logicamente definida.

A adesão à proposta de Carnap tem estado longe de ser unânime. Entre as divergências, a mais importante parece ser a de Popper que nega, basicamente, a existência de fundamento racional para que se associe o grau de confirmabilidade com a Teoria de Probabilidades geralmente aceita. A crítica de Popper, porém, embora perspicaz, é essencialmente incompleta por não levar em conta o fato de que a avaliação das proposições preditivas é realizada através de métodos estatísticos de inferência. Não são, portanto, avaliações conclusivas e inequívocas, mas antes avaliações fundamentalmente probabilísticas.

Com efeito, na prática comum da pesquisa científica, em particular na pesquisa econômica, estão necessariamente presentes avaliações probabilísticas que interferirão em qualquer solução que se pretenda dar à

própria questão da verificabilidade. Uma vez que sejam empregados métodos de inferência estatística, o exame da verificabilidade incluirá duas fontes de incerteza. Uma, lógica. Outra, estatística ou probabilística.

A análise que segue compreende tres etapas. Na primeira, será examinada, da forma mais simples possível, tanto a natureza formal dos elementos que constituem uma teoria científica qualquer, como as maneiras pelas quais se pode inferir das conclusões às premissas em caso de informação perfeita. Na segunda, através do exame dos procedimentos econométricos normais, será retomado o problema da inferência no caso de não existir informação perfeita. Finalmente, na terceira parte, serão identificadas as principais conclusões do estudo.

## II. Formalização do conceito de Teoria

Do ponto de vista formal, uma teoria pode ser encarada como uma dedução que, partindo de um conjunto T de hipóteses não-contraditórias (e que resumem a própria teoria), chega, por meio de regras válidas de inferência, a uma conclusão C, conjunto composto de proposições significativas de caráter nitidamente factual. Pode-se, pois, representá-la como:

$$[\text{Hipóteses (conjunto T)}] \rightarrow [\text{Conclusão (conjunto C)}]$$

Toda teoria deve ser interessante, isto é, deve ser capaz de fazer previsões não-banais sobre o comportamento do Mundo. Desse ponto de vista, tanto melhor será uma teoria quanto mais surpreendentes forem as previsões dela derivadas.

Além do conteúdo empiricamente relevante, há duas outras exigências que uma teoria científica deve respeitar: a de consistência lógica e a de poder ser "falsificável" através de um experimento real ou conceitual.

A primeira, a consistência lógica, diz respeito à construção interna da teoria, que não deve acolher hipóteses contraditórias e aceitar

apenas argumentos dedutivamente válidos. Embora se refira a aspectos nitidamente sintáticos, a consistência lógica (interna) de uma teoria é indispensável para dar conteúdo, dar significado às suas predições. Com efeito, de hipóteses contraditórias é possível derivar qualquer conclusão. Isso implica em que uma teoria inconsistente seja uma teoria vazia de conteúdo, com quantidade de informação nula.

Já a falsificabilidade refere-se ao fato de uma teoria poder ser posta à prova através de um teste empírico da adequacidade de suas previsões. Esse último aspecto encontra-se intimamente ligado às questões de verificabilidade e de confirmabilidade.

Definida a teoria como uma dedução logicamente válida, a verdade de suas hipóteses implica necessariamente na verdade de sua conclusão. O inverso, porém, não é verdadeiro - a verdade da conclusão não implica na verdade das hipóteses. Isso decorre do fato de que é possível chegar-se, a partir de um conjunto de hipóteses falso e por meio de um processo dedutivamente válido, a uma conclusão verdadeira. A exigência de consistência lógica de uma teoria, por conseguinte, não significa equivalência entre hipóteses e conclusões. Significa que, enquanto as hipóteses teóricas (conjunto T) são condições apenas suficientes para as predições factuais (conjunto C), essas são condições apenas necessárias para aquelas.

São admissíveis, portanto, apenas as seguintes combinações:

HIPOTESES (T)	CONCLUSAO (C)
verdadeiras	verdadeira
falsas	verdadeira
falsas	falsa

Indicando o valor-verdade "falso" como 0 e "verdadeiro" como 1, a exigência da consistência lógica pode ser expressa através das probabilidades condicionais  $P(C/T)$ :

$$(1) P(C0/T1) = 0$$

$$(2) P(C1/T1) = 1$$

Tais relações simplesmente indicam, em linguagem de probabilidades, que se as hipóteses teóricas forem inequivocamente verdadeiras, garantida a exatidão do raciocínio dedutivo, a conclusão (predições) será também inequivocamente verdadeira.

Torna-se claro, ainda, pelo exame das combinações admissíveis de T e C que, se as hipóteses teóricas forem falsas, nada se poderá afirmar sobre o valor-verdade da conclusão. Resultam, portanto, indeterminadas as seguintes probabilidades:

$$(3) P(C1/T0) = ???$$

$$(4) P(C0/T0) = ???$$

Suponha-se, agora, que se disponha de conhecimento perfeito sobre a condição de verdade do conjunto C, isso é, que se consiga determinar inequivocamente se C é verdadeiro ou falso. Para, a partir da informação do valor-verdade de C, concluir algo sobre o valor-verdade de T, deve-se examinar as probabilidades condicionais  $P(T/C)$ .

Há dois casos a serem considerados. O primeiro é quando a conclusão se revela inequivocamente falsa; o segundo, quando a conclusão se mostra inequivocamente verdadeira. Sendo a conclusão falsa, a aplicação da Regra de Bayes mostra que a probabilidade de serem falsas também as premissas será :

$$(5) P(T0/C0) = 1$$

relação que expressa a clássica regra de inferência "Modo Tollendo Tollens": em uma dedução, a negação da conclusão implica na negação das premissas. De outro lado, é fácil ver que:

$$(6) P(T1/C0) = 0$$

Os resultados acima foram obtidos sem que fosse sequer necessário o conhecimento das probabilidades "a priori"  $P(T)$ . Dessa forma, admitindo conhecimento perfeito sobre a falsidade da conclusão, pode-se decidir inequivocamente pela falsidade das hipóteses, rejeitando-se pois a teoria em questão.

O segundo caso a ser considerado é o que compreende aquelas situações nas quais a conclusão é inequivocamente verdadeira. A aplicação da Regra de Bayes gera as seguintes expressões:

$$(7) \quad P(T_0/C_1) = [P(T_0eC_1)]/[P(T_0eC_1)+P(T_1)]$$

$$(8) \quad P(T_1/C_1) = [P(T_1)]/[P(T_0eC_1)+P(T_1)]$$

que, para serem solucionadas, requerem irremediavelmente as probabilidades "a priori"  $P(T)$  e as condicionais  $P(C/T_0)$ , cujos valores, conforme (3) e (4), são desconhecidos.

A atribuição "a priori" das probabilidades  $P(T)$  é tarefa simplesmente inexequível. Em situações como essa, é totalmente despropositado lançar mão de princípios tais como o da "Razão Insuficiente", pois não há modo de determinar o número de casos possíveis, muito menos o dos que favoreceriam à verdade de  $T$ . Além disso, um valor como 0,5, por exemplo, para a probabilidade "a priori" de  $T$  ser verdadeiro seria totalmente inaceitável, por ser demasiadamente pequeno.

Não se deve perder de vista, ainda, que se for admitido, como alternativas à teoria, um conjunto infinito de possibilidades, a probabilidade de  $T$  ser verdadeiro aproximaria a zero, o que claramente é um contra-senso.

De nada adianta, igualmente, apelar para a abordagem frequencialis- ta de probabilidades. Seu auxílio seria em termos do conjunto  $C$ , que contém as proposições diretamente observáveis, e não do conjunto  $T$ , constituído pelas proposições teóricas propriamente ditas. Partindo-se da verificação inequívoca da verdade da conclusão, portanto, nada se pode inferir sobre a verdade das premissas em termos usuais da Teoria das Probabilidades.

Os resultados até aqui encontrados evidenciam a primeira fonte de incertezas na questão da verificabilidade, qual seja, a lógica. A própria estrutura dos processos dedutivos, que formalizam as teorias, permite somente que, a partir do conhecimento inequívoco da condição de

verdade de C, se rejeite a verdade das hipóteses teóricas, não fornecendo, contudo, elementos suficientes para que se aceite a verdade das mesmas. E por tal razão que um desafio empírico jamais prova uma teoria, embora possa desmenti-la de forma conclusiva.

### III. Inferência probabilística

A análise precedente partiu do presuposto de que é possível, no teste empírico de uma teoria, determinar inequívoca e conclusivamente o valor-verdade do conjunto C. Essa, todavia, não é uma situação comum, pois o pesquisador se vê obrigado a utilizar métodos estatísticos de inferência que, por sua natureza mesma, permitem apenas afirmações de caráter probabilístico sobre a verdade das predições realizadas a partir das hipóteses teóricas. Tal é, especificamente, o caso da Econometria e das disciplinas afins.

Seja qual fôr a definição que se lhe dê, a Econometria procura especificar e estimar, da forma mais adequada possível, modelos sugeridos pela Teoria Econômica. Tais modelos, constituídos tipicamente por sistemas de equações, traduzem matematicamente as relações de dependência que se supõe existam entre os fenômenos sob estudo. Os modelos econométricos, pois, não trabalham com "co-relações", mas indicam um sentido de causalidade entre as variáveis.

Embora a causalidade seja uma noção essencial quando se procura explicar um fenômeno por outro, ela mesma não se constitui em um fenômeno observável. O que se observa, no real, são única e tão somente os eventos, e não as relações de causa-e-efeito porventura existentes entre eles. Essas são um produto da mente, uma consequência da necessidade humana de ordenar o Mundo, de dar um sentido ao aparente caos circundante. As relações de causalidade são estabelecidas a nível puramente teórico, não empírico. Essa é a principal razão pela qual os modelos econométricos pressupõem uma Teoria Econômica que lhes orientem na especificação dos sentidos de causalidade.

Do ponto de vista dos modelos econométricos, o conjunto C basicamente afirma que um dado parâmetro populacional (ou, em geral, um vetor paramétrico), B, coeficiente de uma variável explicativa, deve ser diferente de zero. Utilizando, para facilitar o raciocínio, a linguagem de um teste de alternativa simples, isso equivale a dizer que B deve ser igual a um certo valor  $B_a$  e não a um outro valor  $B_o$  (no caso sob análise,  $B_o=0$ ). Dessa forma, se  $B=B_a$ , dir-se-á que o conjunto C se verifica, ou é verdadeiro. Caso  $B=B_o=0$ , dir-se-á que o conjunto não se verifica, ou que é falso.

O fato crucial, porém, é que a magnitude de B não é diretamente observável, já que se trata de um parâmetro populacional desconhecido. Em seu lugar, dispõe-se geralmente de um estimador  $b$  de B, variável aleatória a qual está associada uma certa distribuição de probabilidade. A partir dessa distribuição, que é a própria distribuição de amostragem do estimador, são construídas as seguintes alternativas de decisão:

(9)  $H_o = H(B=B_o=0)$  quando  $b$  pertencer a  $S_o$

$H_a = H(B=B_a)$  quando  $b$  pertencer a  $S_a$

onde  $S_o$  e  $S_a$  constituem uma partição adequada do espaço S dos possíveis valores de  $b$ .

O que se tem, portanto, é um procedimento comum de teste de hipótese de alternativa simples. A partir de uma estatística de teste, compara-se o valor encontrado na amostra com o respectivo valor tabelado, valor esse que, a rigor, define a partição  $S_o/S_a$  referida em (9). Conforme o resultado de tal comparação, aceita-se ou não a verdade de  $H_o$ , aceitando-se ou não, conseqüentemente, a verdade das predições empíricas da Teoria (conjunto C).

A decisão sobre o valor-verdade das conclusões torna-se, assim, longe de ser inequivocamente correta. De um lado, pode-se rejeitar  $H_o$  sendo  $H_o$  verdadeira, caso em que se estaria cometendo o Erro Estatístico Tipo I. De outro, pode-se aceitar  $H_o$  sendo  $H_o$  falsa, caso em que se estaria incorrendo no Erro Estatístico Tipo II. Na prática, estabelece-

se "a priori" a probabilidade de se cometer o Erro Tipo I, denominada "nível de significância", o que permite o cálculo do valor teórico da estatística de teste.

Levando-se em conta apenas a decisão estatística, sem qualquer referência à teoria subjacente, a probabilidade de se incorrer no Erro Tipo I, ou nível de significância, será:

$$(10) P(\text{Tipo I}) = P(H_a/C_0)$$

Já a probabilidade do Erro Tipo II é expressa por:

$$(11) P(\text{Tipo II}) = P(H_0/C_1)$$

A probabilidade de que seja tomada uma decisão estatística correta, portanto, será:

$$(12) P(\text{DEC}) = [P(C_0)P(H_0/C_0)] + [P(C_1)P(H_a/C_1)]$$

Considerando, agora, as hipóteses da Teoria Econômica que gerou o modelo, as expressões (10)-(12) tornam-se:

$$(13) P(\text{Tipo I}) = P(T_0 e C_0 e H_a) \\ = P(T_0)P(C_0/T_0)P(H_a/C_0 e T_0)$$

$$(14) P(\text{Tipo II}) = P(T_0 e C_1 e H_0) + P(T_1 e C_1 e H_0) \\ = [P(T_0)P(C_1/T_0)P(H_0/C_1 e T_0)] + [P(T_1)P(H_0/C_1 e T_1)]$$

$$(15) P(\text{DEC}) = P(T_0 e C_0 e H_0) + P(T_0 e C_1 e H_a) + P(T_1 e C_1 e H_a) \\ = P(T_0)[P(C_0/T_0)P(H_0/C_0 e T_0)] + [P(C_1/T_0)P(H_a/C_1 e T_0)] + \\ + [P(T_1)P(H_a/C_1 e T_1)]$$

As relações (13) e (14) mostram que os erros Tipo I e Tipo II possuem naturezas lógicas completamente distintas. Com efeito, enquanto o erro Tipo II pode ocorrer quer sejam as hipóteses teóricas falsas, quer verdadeiras, o Tipo I só poderá ocorrer quando as hipóteses teóricas forem falsas, isto é, quando  $T_0$ . Isso acontece em razão da exigência de consistência lógica, já expressa em (1), que exclui a possibilidade de se ter premissas verdadeiras e conclusão falsa.

De qualquer forma, um exame das relações (13)-(15) mostra que as probabilidades por elas expressas são conhecidas apenas do ponto de vista analítico. Elas, mais uma vez, dependem das probabilidades  $P(T)$  e das condicionais  $P(C/T)$ , desconhecidas.

Sem conhecer a probabilidade da decisão estatística correta, não há como tornar operacional a Regra de Bayes e avaliar as condicionais  $P(T/H)$ . Essas últimas, que dariam a probabilidade de serem as premissas teóricas verdadeiras (ou falsas) dada a evidência empírica disponível, infelizmente, são as que realmente interessariam em uma análise de verificabilidade com pretensões quantitativas.

#### IV. Conclusões

Com respeito à questão da verificabilidade, pelo menos dois pontos tornaram-se evidentes no decorrer do trabalho. O primeiro é que, por mais paradoxal que pareça, só se pode "confirmar" uma teoria rejeitando-a. De fato, mesmo na situação mais favorável de conhecimento perfeito sobre a condição de verdade da conclusão (predições), não há como aceitar uma teoria em termos definitivos. Como visto, isso não depende dos procedimentos empíricos de verificação, sendo antes uma decorrência lógica da própria forma de estruturação do discurso teórico. O segundo ponto é que, quando se utiliza mecanismos de inferência estatística na verificação das conclusões, tal como é o caso da Econometria, introduz-se uma fonte adicional de incerteza no processo, e a própria rejeição, antes clara, não mais se torna conclusiva.

Tais considerações não podem, no entanto, ser tomadas como demérito da Econometria. Afinal, os métodos quantitativos constituem uma inquestionável conquista do espírito humano, e sua utilização representa um avanço considerável em relação a outros métodos menos rigorosos. Elas servem, isso sim, para balizar os estudos econométricos, alertando para a necessidade de se especificar apropriadamente, em cada aplicação, quais as hipóteses que estão sendo mantidas e quais estão sendo consideradas. Como sempre, todavia, a fecundidade da relação entre Econometria e Teoria Econômica dependerá, em grande parte, da criatividade e da sensibilidade do pesquisador.

Finalmente, e o que talvez seja mais importante, as considerações acima mostram que, em se tratando de Ciência, não há como provar a verdade de uma teoria. Declarar qualquer teoria como a teoria definitivamente certa é indicativo quer de preconceito, quer de ignorância.

As "verdades" científicas, assim, serão sempre "verdades" provisórias.

-.-.-.-

## BILIOGRAFIA

- [1] DEL BUSTO, E.  
-Estado Actual de la Induccion, la Probabilidad y la Estadística.  
Madrid: I.I.E.; 1956.
- [2] FRIEDMANN, M.  
-The Methodology of Positive Economics.  
In: W. Breit e H. Hochman (org): Readings in Microeconomics.  
New York:Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- [3] HEGENBERG, L.  
-Explicações Científicas: introdução à Filosofia da Ciência.São Paulo:  
Herder/EdUSP; 1969.  
-Significado e Conhecimento. São Paulo: EPU/EdUSP; 1975.
- [4] HICKS, J.  
-Causality in Economics. New York: Basic Books; 1979.
- [5] KOOPMANS, T. C.  
-Measurement without theory.  
In: Scientific Papers of T. C. Koopmans. New York: Springer  
Verlag, 1970.  
-Methodological Issues in Quantitative Economics.  
In: idem.
- [6] LAMBERT, K. & BRITTAN, G.  
-Introdução à Filosofia da Ciência. São Paulo: Cultrix; 1972.
- [7] MARSCHAK, J.  
-Statistical Inference in Economics: an introduction.  
In: T. C. Koopmans (org): Statistical Inference in Dynamic  
Economic Models. New York:J.W.Wiley, 1967 (Cowles Commission for  
Research in Economics, nº 10).
- [8] NAGEL, E.  
-Assumptions in Economic Theory.  
In: W. Breit e H. Hochman (org): Readings in Microeconomics.  
New York:Holt, Rinehart and Winston, 1968.
- [9] POPPER, K. R.  
-The Logic of Scientific Discovery. New York: Harper; 1965.  
-Conjecturas e Refutações: o progresso do conhecimento científico.  
Brasília: Editora UnB; 1972.

[10] SCHLICK, M. e CARNAP, R.

-Coletânea de Textos: Moritz Schlick, Rudolf Carnap. São Paulo: Abril Cultural; 1985 (Os Pensadores).

[11] TINTNER, G.

-Methodology of Mathematical Economics and Econometrics. Chicago: Univ. Chicago Press; 1968. (International Encyclopedia of Unified Science)

[12] WITTGENSTEIN, L.

-Tractatus Logico-philosophicus. São Paulo: Ed. Nacional, 1968.

Série G: Textos para Discussão

1. Carlos A. Crusius - Econometria e Verificabilidade de Teorias Econômicas - JAN/90.
2. Dinara W. Xavier Fernandez - Esperanças dos Quadrados Médios na Análise de Variância em Modelos com População Finita - JAN/90.
3. Jandyra M. Guimarães Fachel - Uma Nova Medida de Associação para Tabelas de Contingência  $R \times C$  e Aplicações - JUL/90.
4. Carlos A. Crusius - Incerteza e Acaso no Mundo Antigo - AGO/91.

Universidade Federal do Rio Grande Sul  
Reitor: Professor Tuiskon Dick

Instituto de Matemática  
Diretor: Professor Aron Taitelbaum  
Núcleo de Atividades Extra Curriculares  
Coordenador: Professora Jandyra G. Fachel  
Secretária: Rosaura Monteiro Pinheiro

Os Cadernos de Matemática e Estatística publicam as seguintes séries:

- Série A: Trabalho de Pesquisa
- Série B: Trabalho de Apoio Didático
- Série C: Colóquio de Matemática SBM/UFRGS
- Série D: Trabalho de Graduação
- Série E: Dissertações de Mestrado
- Série F: Trabalho de Divulgação
- Série G: Textos para Discussão

Toda correspondência com solicitação de números publicados e demais informações  
deverá ser enviada para:

NAEC - Núcleo de Atividades Extra Curriculares  
Instituto de Matemática - UFRGS  
Av. Bento Gonçalves, 9500  
91.500 - Agronomia - POA/RS  
Telefone: 36.11.59 ou 36.17.85 Ramal: 252