Incertidumbre y robustez en macro

Francisco Roldán
IMF

Asociación Argentina de Economía Política
Noviembre de 2021

The views expressed herein are those of the authors and should not be attributed to the IMF, its Executive Board, or its management.

Animal spirits

…Most, probably, of our decisions to do something positive, the full consequences of which will be drawn out over many days to come, can only be taken as a result of animal spirits

The social object of skilled investment should be to defeat the dark forces of time and ignorance which envelop our future.

John Maynard Keynes (1936)

Ignorancia

> *As Josh Billings wrote many years ago, "The trouble with most folks isn't so much their ignorance, as knowing so many things that ain't so." Pertinent as this remark is to economics in general, it is especially so in monetary economics.*

Milton Friedman (1965)

Lecciones

Agents living inside a rational-expectations model do not hold seminars called 'Lessons from the crisis'

Daniel Heymann

Modelos

Qué es un modelo (estadístico)?

Un modelo es una distribución de probabilidades sobre una sucesión de variables aleatorias, tal vez indexado por parámetros

$$P(z; \theta)$$

A Bayesian knows the truth from the beginning

Qué es un modelo (económico)?

Un modelo económico es una ficción

- Agentes (de distinto tipo) que toman decisiones
  - en base a modelos
- Un modelo que resulta de esas decisiones

Qué es un modelo (económico)?

Un modelo económico es una ficción

- Agentes (de distinto tipo) que toman decisiones
  - en base a modelos
- Un modelo que resulta de esas decisiones

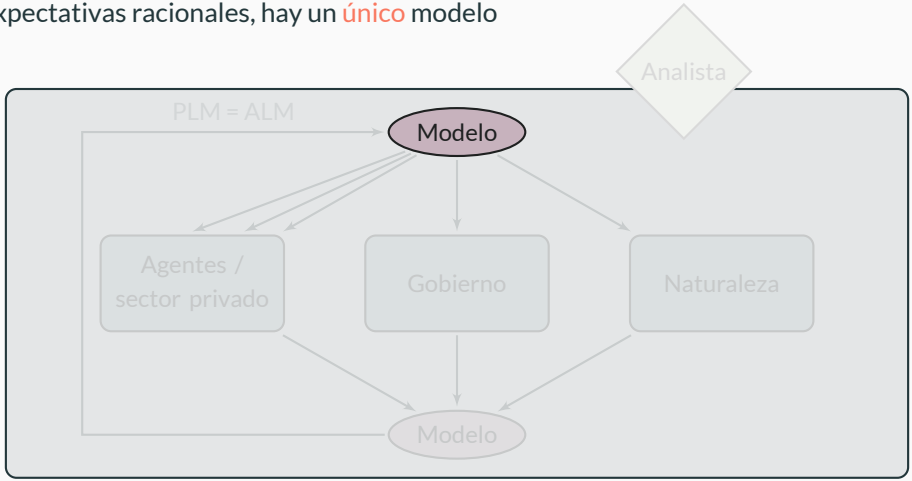
Qué es un modelo (económico)?

Un modelo económico es una ficción

- Agentes (de distinto tipo) que toman decisiones
  - en base a modelos
- Un modelo que resulta de esas decisiones

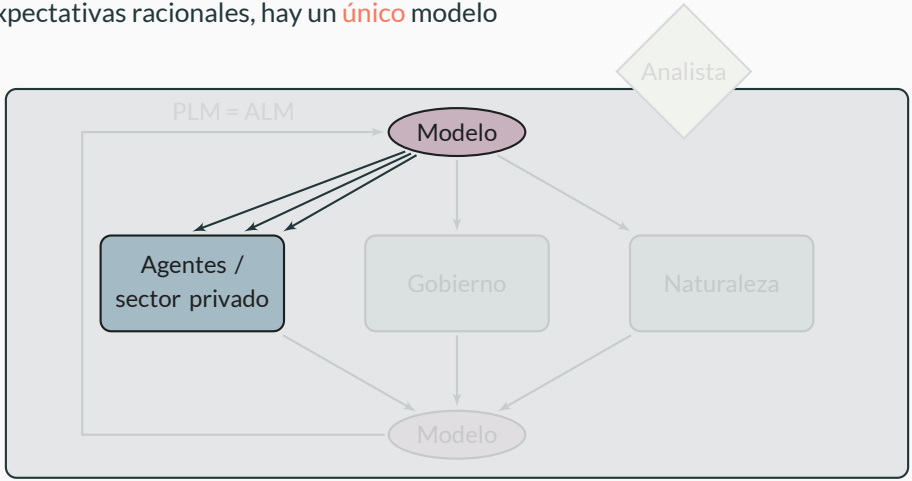
Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



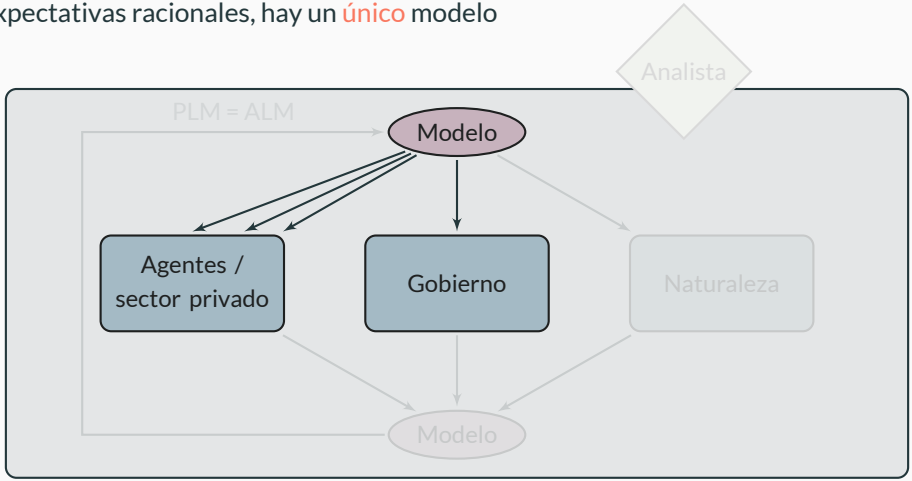
Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



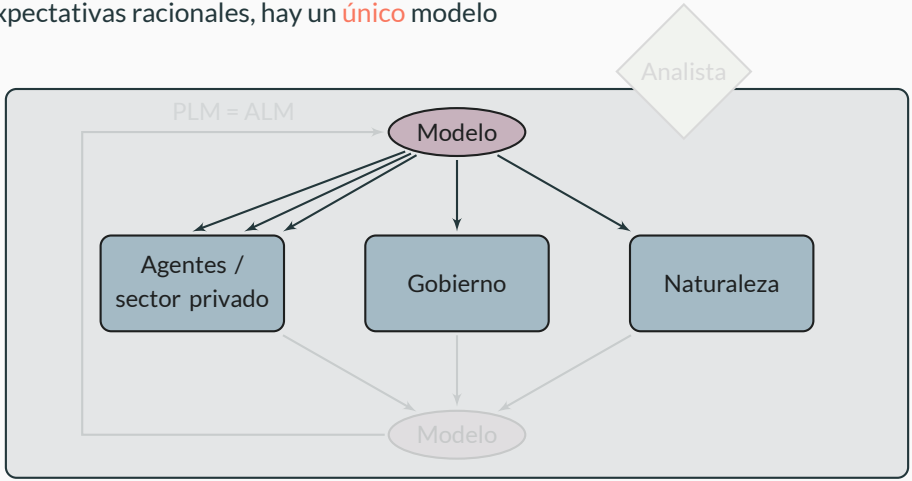
Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



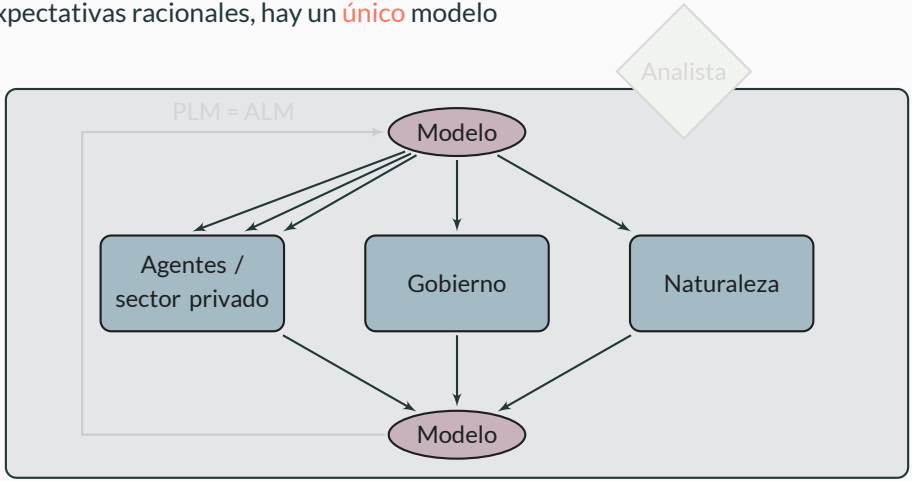
Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



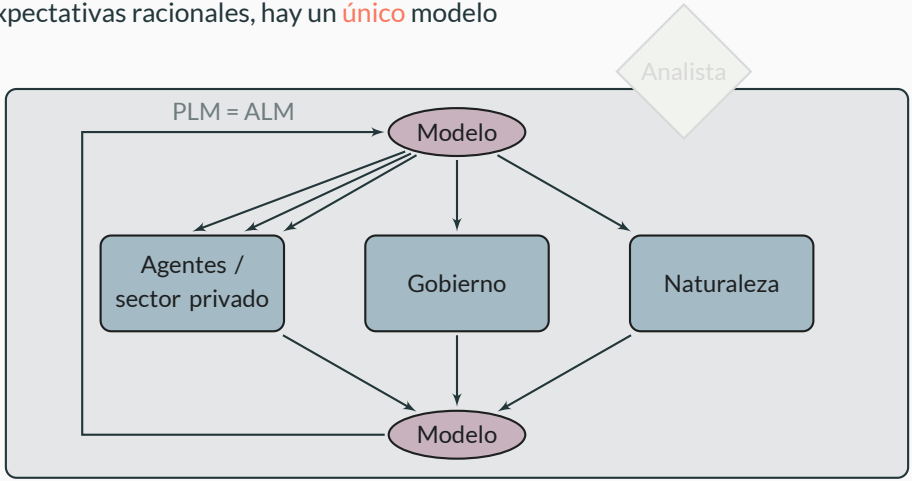
Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



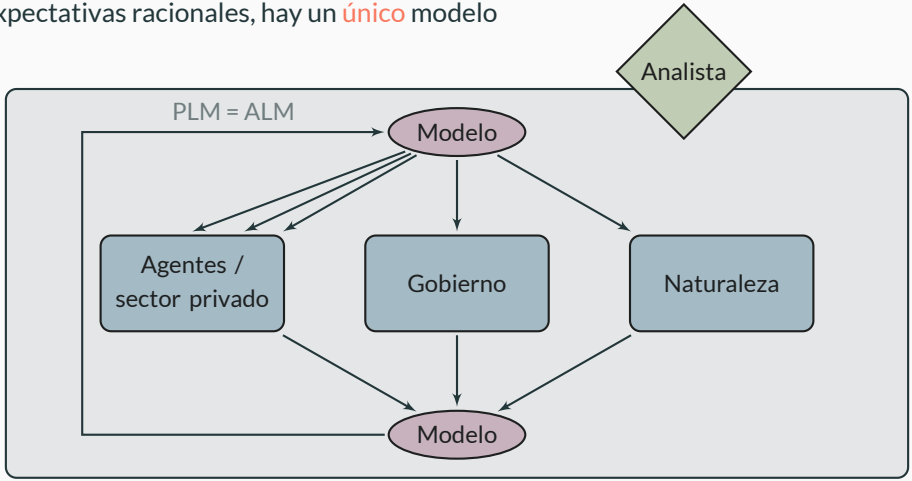
Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



Comunismo de modelos

Con expectativas racionales, hay un único modelo



Confiamos en el modelo?

Control robusto

- Cómo tomar decisiones cuando dudamos del modelo?

$$P(z;\theta)?$$

Propuesta

1. Rodear el modelo base con un conjunto de modelos alternativos
   - … que sean *difíciles* de distinguir con datos
2. Construir cotas inferiores – modelo más desfavorable *(worst-case model)*

- Implementación reemplazando $\mathbb{E}$ por C^2 o T^2 en la ecuación de Bellman
  - … Teoría estadística de la decisión

Control robusto

- Cómo tomar decisiones cuando dudamos del modelo?

$$P(z;\theta)?$$

Propuesta

1. Rodear el modelo base con un conjunto de modelos alternativos
   - … que sean *difíciles* de distinguir con datos
2. Construir cotas inferiores – modelo más desfavorable *(worst-case model)*

- Implementación reemplazando $\mathbb{E}$ por C^2 o T^2 en la ecuación de Bellman
  - … Teoría estadística de la decisión

Control robusto

- Cómo tomar decisiones cuando dudamos del modelo?

$$P(z;\theta)?$$

Propuesta

1. Rodear el modelo base con un conjunto de modelos alternativos
   - … que sean *difíciles* de distinguir con datos
2. Construir cotas inferiores – modelo más desfavorable *(worst-case model)*

- Implementación reemplazando $\mathbb{E}$ por C^2 o T^2 en la ecuación de Bellman
  - … Teoría estadística de la decisión

Control robusto

- Cómo tomar decisiones cuando dudamos del modelo?

$$P(z;\theta)?$$

Propuesta

1. Rodear el modelo base con un conjunto de modelos alternativos
   - … que sean *difíciles* de distinguir con datos
2. Construir cotas inferiores – modelo más desfavorable *(worst-case model)*

- Implementación reemplazando $\mathbb{E}$ por C^2 o T^2 en la ecuación de Bellman
  - … Teoría estadística de la decisión

Cómo hacer control robusto? (C^2)

Dado un proceso estocástico para un estado $\{x_t\}_t$ y una ley $c = \phi(x)$, pensemos en

$$v(x) = \min_{m \geq 0} u(c) + \beta \int v(x') m(x') \mu(x') dx' + \frac{1}{R} \text{ent}(m\mu, \mu)$$

$$\text{sujeto a } \int m(x') \mu(x') dx' = 1$$

R es la inversa del costo marginal de la entropía

- Resulta que la solución es

$$\hat{m}(x') \propto \exp(-Rv(x'))$$

- Ley de Murphy estadística

Cómo hacer control robusto? (C^2)

Dado un proceso estocástico para un estado $\{x_t\}_t$ y una ley $c = \phi(x)$, pensemos en

$$v(x) = \min_{m \geq 0} u(c) + \beta \int v(x')m(x')\mu(x')dx' + \frac{1}{R}\text{ent}(m\mu, \mu)$$

$$\text{sujeto a } \int m(x')\mu(x')dx' = 1$$

R es la inversa del costo marginal de la entropía

- Resulta que la solución es

$$\hat{m}(x') \propto \exp(-Rv(x'))$$

- Ley de Murphy estadística

Cómo hacer control robusto? (C^2)

Dado un proceso estocástico para un estado $\{x_t\}_t$ y una ley $c = \phi(x)$, pensemos en

$$v(x) = \min_{m \geq 0} u(c) + \beta \int v(x')m(x')\mu(x')dx' + \frac{1}{R}\text{ent}(m\mu, \mu)$$

$$\text{sujeto a } \int m(x')\mu(x')dx' = 1$$

R es la inversa del costo marginal de la entropía

- Resulta que la solución es

$$\hat{m}(x') \propto \exp(-Rv(x'))$$

- Ley de Murphy estadística

Peor modelo

Ejemplo

$$
\begin{aligned}
Y_t - Y_{t-1} &= \beta Z_t + \epsilon_t && \textit{macro} \\
Z_t &= \rho Z_{t-1} + (1-\rho)\bar{Z} + w_t && \textit{crecimiento}
\end{aligned}
$$

con $(\epsilon, w) \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0, \Sigma)$

- Dudar de
  1. los parámetros $(\beta, \rho, \bar{Z})$ incluyendo variación temporal
  2. la distribución de los shocks incluyendo complicadas dependencias en la historia

- Malas noticias son permanentes, buenas noticias son transitorias

Peor modelo

Ejemplo

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta Z_t + \epsilon_t \qquad \textit{macro}$$
$$Z_t = \rho Z_{t-1} + (1-\rho)\bar{Z} + w_t \qquad \textit{crecimiento}$$

con $(\epsilon, w) \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0, \Sigma)$

- Dudar de
  1. los parámetros $(\beta, \rho, \bar{Z})$ incluyendo variación temporal
  2. la distribución de los shocks incluyendo complicadas dependencias en la historia

- Malas noticias son permanentes, buenas noticias son transitorias

Peor modelo

Ejemplo

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta Z_t + \epsilon_t \qquad \textit{macro}$$
$$Z_t = \rho Z_{t-1} + (1-\rho)\bar{Z} + w_t \qquad \textit{crecimiento}$$

con $(\epsilon, w) \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0, \Sigma)$

- Dudar de
  1. los parámetros $(\beta, \rho, \bar{Z})$ incluyendo variación temporal
  2. la distribución de los shocks incluyendo complicadas dependencias en la historia

- Malas noticias son permanentes, buenas noticias son transitorias

Peor modelo

Ejemplo

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta Z_t + \epsilon_t \qquad \textit{macro}$$
$$Z_t = \rho Z_{t-1} + (1-\rho)\bar{Z} + w_t \qquad \textit{crecimiento}$$

con $(\epsilon, w) \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0, \Sigma)$

- Dudar de
  1. los parámetros $(\beta, \rho, \bar{Z})$ incluyendo variación temporal
  2. la distribución de los shocks incluyendo complicadas dependencias en la historia

- **Malas noticias son permanentes, buenas noticias son transitorias**

Otro peor modelo

Friedman (1969)

- Ley de movimiento

$$X_{t+1} = aX_t + bU_t + \sigma W_{t+1} \qquad W \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0,1)$$

  donde X_t es el desvío respecto de algún objetivo

- Objetivo: elegir U para

$$\min_U \mathbb{E}_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t X_t^2 \right]$$

  dado X_0

- Óptimo: $U_t = -\frac{a}{b} X_t$ sólo si le tengo confianza plena a a y b!

Otro peor modelo

Friedman (1969)

- Ley de movimiento

$$X_{t+1} = aX_t + bU_t + \sigma W_{t+1} \qquad W \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0,1)$$

  donde X_t es el desvío respecto de algún objetivo

- Objetivo: elegir U para

$$\min_U \mathbb{E}_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t X_t^2 \right]$$

  dado X_0

- Óptimo: $U_t = -\frac{a}{b} X_t$ sólo si le tengo confianza plena a a y b!

Otro peor modelo

Friedman (1969)

- Ley de movimiento

$$X_{t+1} = aX_t + bU_t + \sigma W_{t+1} \qquad W \overset{iid}{\sim} \mathcal{N}(0,1)$$

  donde X_t es el desvío respecto de algún objetivo

- Objetivo: elegir U para

$$\min_U \mathbb{E}_0 \left[\sum_{t=0}^{\infty} \beta^t X_t^2 \right]$$

  dado X_0

- Óptimo: $U_t = -\frac{a}{b} X_t$ sólo si le tengo confianza plena a a y b!

Consecuencias del control robusto

- Cotas inferiores y peor modelo varían
  - … entre agentes
  - … en el tiempo
  - … en función de lo que sucede
  - … en función de las acciones en consideración

- No hay comunismo de modelos

- Puedo afectar las creencias de los demás

Consecuencias del control robusto

- Cotas inferiores y peor modelo varían
  - … entre agentes
  - … en el tiempo
  - … en función de lo que sucede
  - … en función de las acciones en consideración

- No hay comunismo de modelos

- Puedo afectar las creencias de los demás

Quién confía en el modelo?

Tipos de ignorancia

1. Distintos agentes (competitivos) en mercados financieros
   - Distintos procesos de ingreso y consumo llevan a factores de descuento diferentes
   - Interacciones repetidas no generan convergencia a un mismo modelo

2. Un planificador eligiendo política óptima
   - Tienen robustez los agentes privados también?
   - Si sí, afectar sus creencias se vuelve un objetivo de política

3. Contratos óptimos
   - Robustez es una forma de aversión al riesgo
   - Tradeoff entre seguros e incentivos

Tipos de ignorancia

1. Distintos agentes (competitivos) en mercados financieros
   - Distintos procesos de ingreso y consumo llevan a factores de descuento diferentes
   - Interacciones repetidas no generan convergencia a un mismo modelo

2. Un planificador eligiendo política óptima
   - Tienen robustez los agentes privados también?
   - Si sí, afectar sus creencias se vuelve un objetivo de política

3. Contratos óptimos
   - Robustez es una forma de aversión al riesgo
   - Tradeoff entre seguros e incentivos

Tipos de ignorancia

1. Distintos agentes (competitivos) en mercados financieros
   - Distintos procesos de ingreso y consumo llevan a factores de descuento diferentes
   - Interacciones repetidas no generan convergencia a un mismo modelo

2. Un planificador eligiendo política óptima
   - Tienen robustez los agentes privados también?
   - Si sí, afectar sus creencias se vuelve un objetivo de política

3. Contratos óptimos
   - Robustez es una forma de aversión al riesgo
   - Tradeoff entre seguros e incentivos

Cierre

Cierre

- Desconfianza en los modelos para política económica
  - Control robusto permite decidir considerando esas dudas
- Robustez como representación de incertidumbres fundamentales
  - Estancamiento secular
  - Cambio climático
- Interacciones en las consideraciones de robustez de agentes diferentes