

# **MAMS: una descripción detallada**

*Marco V. Sánchez*  
*Naciones Unidas*

Taller de capacitación en modelado macro-micro integrado  
para el análisis de políticas económicas y sociales.  
San José, Costa Rica, 5-7 de diciembre de 2011.

# Introducción (1)

- Objetivo de la presentación: proporcionar más detalles acerca de las relaciones funcionales más importantes del MAMS.
- MAMS: sistema de ecuaciones simultáneas, debidamente determinado:
  - # de variables endógenas = # de ecuaciones.
- MAMS se divide en tres módulos:
  1. “Intra-período” (representado en la figura sobre la estructura de pagos agregados del MAMS)
  2. “Entre-períodos” (ajuste endógeno de factores y productividad)
  3. ODM y educación

# Introducción (2)

- Se presentará una versión simplificada de las funciones.
- Comparando con la descripción matemática del modelo, se omiten los siguientes elementos para efectos de la presentación:
  - subíndice de tiempo ( $t$ ) que se usa casi en todas las ecuaciones, parámetros y variables; excepto cuando se muestra el uso de “variables rezagadas”;
  - otros índices
  - uso de múltiples hogares representativos; de tal forma que se usa solo un grupo de hogares.

# Introducción (3)

- Se usan las siguientes notaciones:
  - Variables: mayúsculas del alfabeto latín.
  - Variables exógenas: tienen una barra; las endógenas no.
  - Parámetros: letras minúsculas del alfabeto latín o letras del alfabeto griego.
  - Subíndices: representan conjuntos.
    - En letra minúscula: elementos individuales del conjunto.
    - En letra mayúscula: el conjunto mismo.
  - Superíndices: son parte del nombre de la variable o el parámetro.

# Abreviaciones de las funciones

---

<i>CES</i>	elasticidad de sustitución constante
<i>CES*</i>	función derivada después de optimizar, sujeto a la función CES
<i>CET</i>	elasticidad constante de transformación
<i>CET*</i>	función derivada después de optimizar, sujeto a la función CET
<i>LEO</i>	función Leontief (coeficientes fijos)
<i>LOG</i>	función logística
<i>f</i>	otra función (con frecuencia la suma de términos diferentes)

---

# Índices de conjuntos (1)

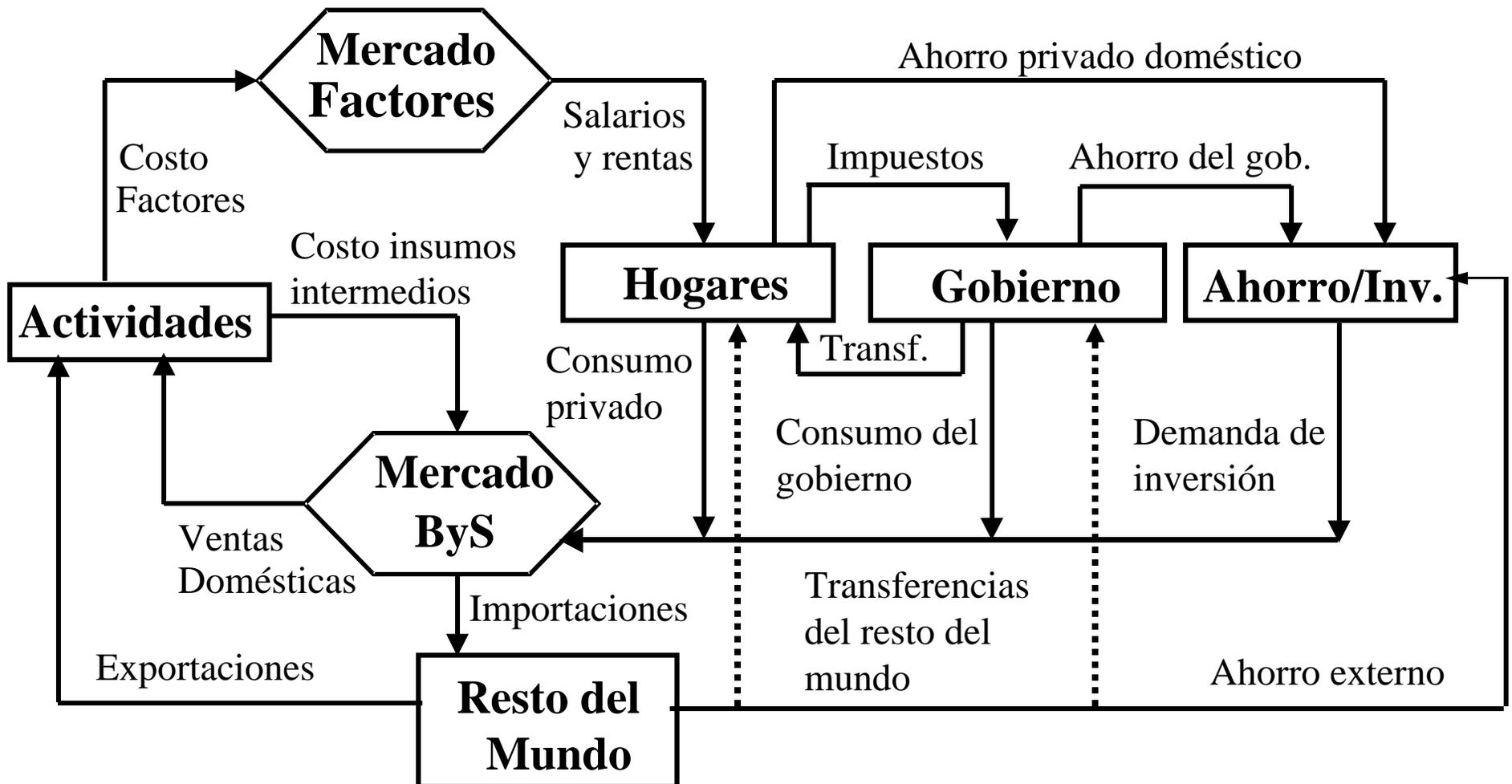
<i>a</i>	actividades (incl. <i>agov</i> = actividades del gobierno)
<i>behav</i>	comportamiento estudiantil: (o resultados): <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>rep</i> = repitencia</li><li>• <i>dropout</i> = deserción</li><li>• <i>prom</i> = aprobación (o promoción)</li><li>• <i>grdcont</i> = graduación y continuación al sgte. ciclo/nivel</li><li>• <i>grdexit</i> = graduación y salida del sistema educativo</li><li>• <i>neting1</i> = entrada neta de ingreso al 1er grado</li></ul>
<i>c</i>	commodities (bienes y servicios) <ul style="list-style-type: none"><li>• <i>cedu</i> = servicios de la educación</li><li>• <i>cmdg</i> = servicios vinculados a los otros ODM</li></ul>
<i>f</i>	factores de producción <i>fcap</i> = factores capital <i>fcapgov</i> = factores capital del gobierno <i>fcapgovinf</i> = stock de infraestructura pública <i>flab</i> = factores trabajo

# Índices de conjuntos (2)

<i>grd</i>	grados de cada ciclo/nivel educativo
<i>i</i>	instituciones ( <i>h</i> = hogares, <i>gov</i> = gobierno, <i>row</i> = resto del mundo)
<i>insng</i>	instituciones no gubernamentales ( <i>h</i> , <i>row</i> )
<i>insd</i>	instituciones domésticas ( <i>h</i> , <i>gov</i> )
<i>mdg</i>	MDG indicators:  <i>mdg2</i> = tasa neta de culminación en primaria;  <i>mdg4</i> = tasa de mortalidad de menores d 5 años;  <i>mdg5</i> = tasa de mortalidad materna;  <i>mdg7a</i> = población con acceso a una fuente mejorada de agua;  <i>mdg7b</i> = población con acceso a saneamiento mejorado
<i>t</i>	tiempo (año/período)

# 1. Módulo “intra-período”

# Estructura de pagos agregados en el MAMS



# 1.1. Commodities (bienes/servicios)

- Los oferentes domésticos deciden si vender a los demandantes domésticos o exportar.
- Sistema amplio de precios de los bienes/servicios (exportaciones, ventas domésticas, y promedio del producto)

# Función de transformación del producto (CET)

$$QX_c = CET(QD_c, QE_c)$$

$$\begin{bmatrix} \text{producto} \\ \text{doméstico} \\ \text{de } c \end{bmatrix} = CET \left[ \begin{bmatrix} \text{ventas} \\ \text{domésticas} \\ \text{de } c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{exportaciones} \\ \text{de} \\ c \end{bmatrix} \right]$$

# Ratio de oferta exportaciones-ventas domésticas

$$\frac{QE_c}{QD_c} = CET * \left( \frac{PE_c}{PD_c} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ratio de} \\ \text{cantidades} \\ \text{exportaciones-} \\ \text{ventas} \\ \text{domésticas} \\ \text{de } c \end{array} \right] = CET * \left[ \begin{array}{l} \text{ratio de} \\ \text{precios} \\ \text{exportaciones-} \\ \text{ventas} \\ \text{domésticas} \\ \text{de } c \end{array} \right]$$

# Precio doméstico de exportación

$$PE_c = f(pwe_c, te_c, EXR)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{precio} \\ \text{exportación} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{array} \right] = f \left[ \left[ \begin{array}{c} \text{precio} \\ \text{exportación} \\ \text{(moneda} \\ \text{extranjera)} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tasa} \\ \text{impuesto} \\ \text{exportación} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tipo de} \\ \text{cambio} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica} \\ \text{por} \\ \text{extranjera)} \end{array} \right] \right]$$

# Precio del productor

$$PX_c = f(PD_c, PE_c)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{productor} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{producto} \\ \text{doméstico} \\ \text{para mercado} \\ \text{doméstico} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{exportación} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{bmatrix} \right]$$

# Demanda compuesta de bienes/servicios

$$QQ_c = \sum_{a \in A} QINT_{c,a} + \sum_{h \in H} QH_{c,h} + QG_c + QINV_c$$

$$\begin{bmatrix} \textit{demanda} \\ \textit{com-} \\ \textit{puesta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \textit{usos} \\ \textit{inter-} \\ \textit{medios} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \textit{consumo} \\ \textit{de} \\ \textit{hogares} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \textit{consumo} \\ \textit{del} \\ \textit{gobierno} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \textit{inver-} \\ \textit{si3n} \\ \textit{fija} \end{bmatrix}$$

## Función de demanda compuesta (*Armington*)

$$QQ_c = CES(QD_c, QM_c)$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda} \\ \text{com-} \\ \text{puesta} \\ \text{de } c \end{bmatrix} = CES \left[ \begin{bmatrix} \text{ventas} \\ \text{domés-} \\ \text{ticas} \\ \text{de } c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{impor-} \\ \text{taciones} \\ \text{de } c \end{bmatrix} \right]$$

# Ratio importaciones-demanda de producto doméstico

$$\frac{QM_c}{QD_c} = CES * \left( \frac{PD_c}{PM_c} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{ratio de} \\ \text{cantidades} \\ \text{importadas-} \\ \text{ventas} \\ \text{domésticas} \\ \text{de } c \end{array} \right] = CES * \left[ \begin{array}{l} \text{ratio de} \\ \text{precios} \\ \text{importaciones-} \\ \text{ventas} \\ \text{domésticas} \\ \text{de } c \end{array} \right]$$

# Precio de las importaciones

$$PM_c = f(pwm_c, tm_c, EXR)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{precio} \\ \text{importación} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{array} \right] = f \left[ \left[ \begin{array}{c} \text{precio} \\ \text{importación} \\ \text{(moneda} \\ \text{extranjera)} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tasa} \\ \text{impuesto} \\ \text{importac.} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tipo de} \\ \text{cambio} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica} \\ \text{por} \\ \text{extranjera)} \end{array} \right] \right]$$

# Precio compuesto de bienes/servicios

$$PQ_c = f(PD_c, PM_c, tq_c)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{precio} \\ \text{compuesto} \\ \text{bienes / serv.} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{array} \right] = f \left[ \left[ \begin{array}{c} \text{precio ventas} \\ \text{domésticas del} \\ \text{producto} \\ \text{doméstico} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{precio} \\ \text{importac.} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tasa} \\ \text{imp.} \\ \text{ventas} \end{array} \right] \right]$$

## 1.2. Actividades

- Enfrentan múltiples precios derivados de los precios de los bienes/servicios y los impuestos:
  - Precio de la actividad (ingreso por unidad de actividad)
  - Precio del valor agregado (VA por unidad de actividad)
- Los productores deciden qué factores emplear e insumos emplear para producir

# Precio de la actividad

$$PA_a = f(PX_c, \theta_{a,c})$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{unidad de} \\ \text{producto} \\ \text{de } a \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{precio productor} \\ \text{del bien/servicio } c \\ \text{producido por } a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{percibido por} \\ \text{venta de } c \\ \text{en actividad } a \end{bmatrix} \right]$$

# Precio del valor agregado

$$PVA_a = f(PA_a, PQ_c, ica_{c,a}, ta_a)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{VA} \\ \text{para } a \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{producto} \\ \text{de } a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{insumo} \\ \text{interm.} \\ c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{coefic.} \\ \text{insumos} \\ \text{interm.} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{tasa} \\ \text{impuesto} \\ \text{indirecto} \\ \text{actividad } a \end{bmatrix} \right]$$

# Demanda de los factores

$$QF_{f,a} = CES^* (PVA_a, WF_f, tva_a)$$
$$\begin{bmatrix} \text{empleo} \\ \text{del} \\ \text{factor } f \text{ en} \\ \text{actividad } a \end{bmatrix} = CES^* \left[ \begin{bmatrix} \text{precio} \\ \text{VA} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{salario} \\ \text{del} \\ \text{factor} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{tasa} \\ \text{impuesto} \\ \text{VA} \end{bmatrix} \right]$$

# Nivel de actividad

$$QA_a = CES \left( QF_{f,a}; ALPHA_a^{va} \right)$$

$$\begin{bmatrix} \textit{nivel} \\ \textit{de} \\ \textit{acti-} \\ \textit{vidad} \\ \textit{en } a \end{bmatrix} = CES \left[ \begin{bmatrix} \textit{empleo} \\ \textit{del} \\ \textit{factor} \\ \textit{f en acti-} \\ \textit{vidad } a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \textit{PTF} \\ \textit{(eficiencia} \\ \textit{factorial)} \\ \textit{en} \\ \textit{actividad } a \end{bmatrix} \right]$$

# Producto de bienes/servicios

$$QX_c = f(QA_a, \theta_{a,c})$$

$$\begin{bmatrix} \text{cantidad del} \\ \text{producto} \\ \text{de } c \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{nivel de} \\ \text{la} \\ \text{actividad} \\ \text{a produ-} \\ \text{ciendo } c \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{rendi-} \\ \text{miento} \\ \text{de } c \\ \text{en acti-} \\ \text{vidad } a \end{bmatrix} \right]$$

# Demanda intermedia de insumos

$$QINT_{c,a} = LEO(QA_a, ica_{c,a})$$

$$\begin{bmatrix} \text{demanda} \\ \text{intermedia} \\ \text{de } c \\ \text{en} \\ \text{actividad } a \end{bmatrix} = LEO \begin{bmatrix} \text{nivel} \\ \text{de} \\ \text{activi-} \\ \text{dad} \\ \text{en } a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{coeficiente} \\ \text{de demanda} \\ \text{intermedia} \\ \text{de } c \text{ en} \\ \text{actividad } a \end{bmatrix}$$

## 1.3. Mercado de factores

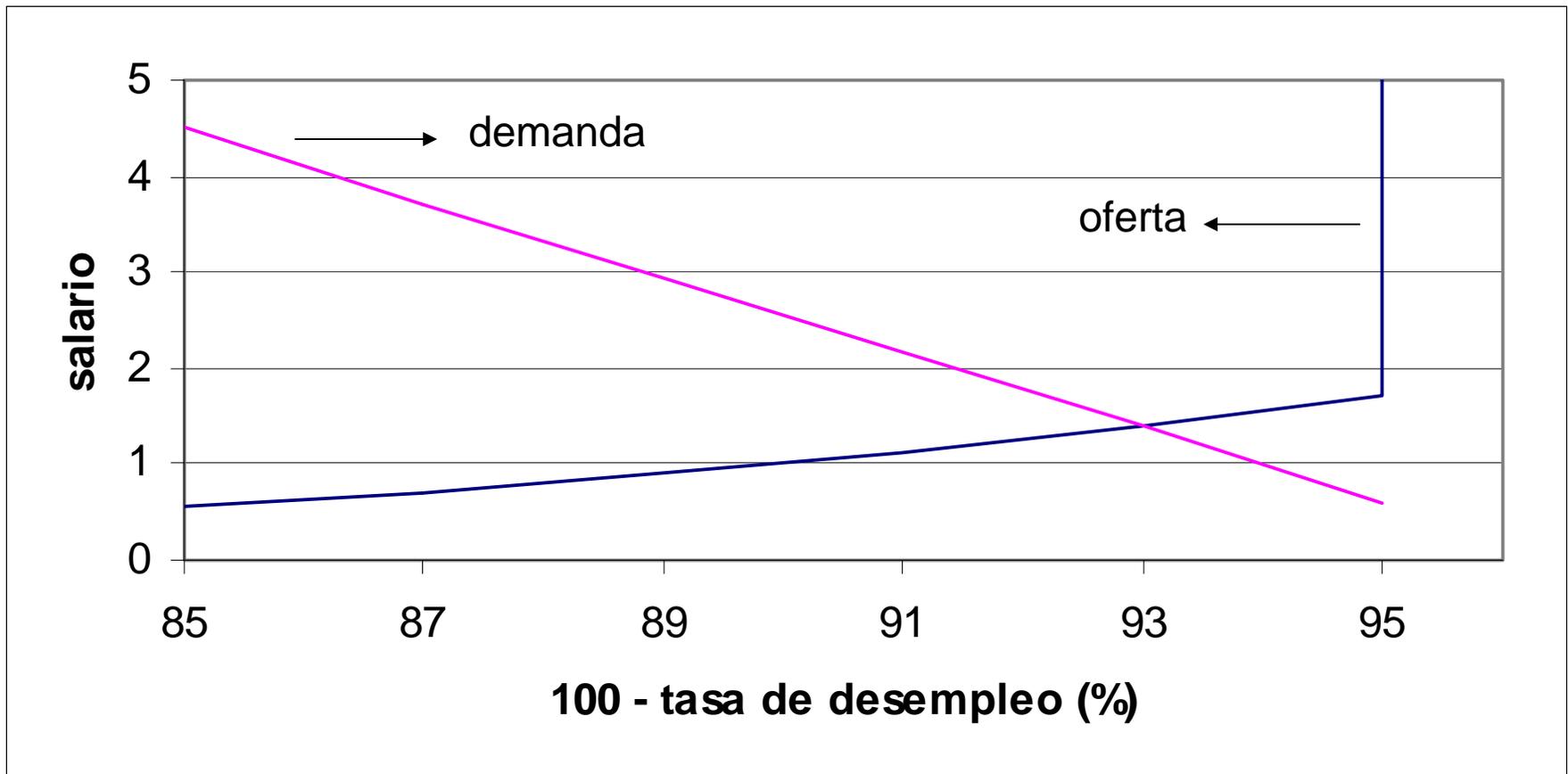
- Para los factores, el salario (o renta) o la tasa de desempleo puede equilibrar los mercados;
- El ingreso salarial (o las rentas) le es pagado a las instituciones dueñas de los factores.

# Condición de equilibrio

$$\sum_{a \in A} QF_{f,a} = (1 - UERAT_f) \cdot \sum_{i \in INS} QFINS_{i,f}$$

$$\begin{bmatrix} \text{cantidad total} \\ \text{empleada} \\ \text{del factor } f \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 - \text{tasa} \\ \text{de} \\ \text{desempleo} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{suma de los} \\ \text{acervos de } f \\ \text{de las} \\ \text{instituciones} \end{bmatrix}$$

# Mercado de factores con desempleo endógeno



# Salario de reserva

$$WFRES_f = f(QHPC, UERAT_f, CPI)$$

$$\begin{bmatrix} \text{salario} \\ \text{reserva} \\ \text{del} \\ \text{factor } f \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{consumo} \\ \text{per-cápita} \\ \text{hogares} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{tasa} \\ \text{desem-} \\ \text{pleo} \\ \text{del} \\ \text{factor } f \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{IPC} \end{bmatrix} \right]$$

# Restricciones del salario y el desempleo

$$WF_f \geq WFRES_f$$

$$\left[ \begin{array}{c} \textit{salario del} \\ \textit{factor } f \end{array} \right] \geq \left[ \begin{array}{c} \textit{salario de} \\ \textit{reserva del} \\ \textit{factor } f \end{array} \right]$$

$$UERAT_f \geq ueratmin_f$$

$$\left[ \begin{array}{c} \textit{tasa de} \\ \textit{desempleo} \\ \textit{del factor } f \end{array} \right] \geq \left[ \begin{array}{c} \textit{tasa mínima} \\ \textit{de desempleo} \\ \textit{del factor } f \end{array} \right]$$

## Relación de complementariedad entre salarios y desempleo

$$\left( WF_f - WFRES_f \right) \cdot$$

$$\left( UERAT_f - ueratmin_f \right) = 0$$

- 1. Si: salario > salario de reserva,  
→ tasa de desempleo = tasa mínima
- 2. Si: tasa de desempleo > tasa mínima,  
→ salario = salario de reserva

# Ingresos factoriales de las instituciones

$$YIF_{i,f} = f \left( SHIF_{i,f}, WF_f, QF_{f,a} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{ingreso de} \\ \text{institución } i \\ \text{(h, gov o} \\ \text{RdM) del} \\ \text{factor } f \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{c} \text{partici-} \\ \text{pación de} \\ \text{la inst. } i \\ \text{en acervo} \\ \text{del} \\ \text{factor } f \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{salario} \\ \text{del} \\ \text{factor} \\ f \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{empleo} \\ \text{del} \\ \text{factor } f \\ \text{en activi-} \\ \text{dad } a \end{array} \right]$$

## 1.4. Hogares

- Perciben ingreso de los factores y otras fuentes.
- Usan su ingreso para pagar impuestos, ahorrar y consumir.

# Ingreso de los hogares

$$YI_h = \sum_{f \in F} YIF_{h,f} + YIINT_h + \text{trnsfr}_{h,\text{gov}} + \text{trnsfr}_{h,\text{row}} \cdot EXR$$

$$\begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{hogar} \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{ingreso} \\ \text{factores} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{intereses} \\ \text{netos} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{transfe-} \\ \text{rencias} \\ \text{del} \\ \text{gobierno} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \text{transfe-} \\ \text{rencias} \\ \text{del} \\ \text{RdM} \\ \text{(moneda} \\ \text{doméstica)} \end{bmatrix}$$

# Intereses netos

$$YIINT_h = f \left( \begin{array}{l} gintrat_h, GDEBT_h; \\ fintrat_h, FDEBT_h, EXR \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} intereses \\ netos \\ hogar \\ h \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} intereses de deuda \\ doméstica y externa: \\ endeudamiento, tasas \\ de interés y tipo de cambio \end{array} \right]$$

# Ahorro de los hogares

$$HSAV_h = \overline{MPS}_h \cdot \left(1 - \overline{TINS}_h\right) \cdot YI_h$$

$$\begin{bmatrix} \text{ahorro} \\ \text{hogar} \\ h \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \text{tasa} \\ \text{ahorro} \\ \text{de } h \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \text{ingreso de } h \\ \text{(neto de} \\ \text{impuestos} \\ \text{directos)} \end{bmatrix}$$

# Gasto de consumo de los hogares

$$EH_{h,t} = \left( 1 - \sum_{i \in INSDNG} shii_{i,h} \right) \cdot (1 - MPS_{h,t}) \cdot (1 - TINS_{h,t}) \cdot YI_{h,t}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{ingreso disponible} \\ \text{de hogares para} \\ \text{el consumo} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{ingreso de hogares, neto de impuestos} \\ \text{directos, ahorros, y transferencias a} \\ \text{otras instituciones no-gubernamentales} \end{array} \right]$$

# Demanda de consumo de los hogares

$$QH_{c,h} = LES(EH_h, PQ_c)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \textit{cantidad} \\ \textit{demanda del} \\ \textit{hogar } h \\ \textit{del} \\ \textit{bien/serv. } c \end{array} \right] = LES \left[ \begin{array}{c} \textit{gasto de} \\ \textit{consumo del} \\ \textit{hogar } h, \\ \textit{precios} \end{array} \right]$$

# 1.5. Gobierno (cuenta corriente)

- Ingresos
- Gastos

# Ingreso corriente del gobierno

$$YG = f \left( \begin{array}{l} \overline{TINS}_h, YI_h; ta_a, tva_a, PA_a, PVA_a, QA_a; \\ tm_c, pwm_c, QM_c; te_c, pwe_c, QE_c; \\ tq_c, PQ_c, QQ_c; transfr_{gov,row}, EXR; YIF_{gov,f} \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{ingreso} \\ \text{del} \\ \text{gobierno} \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{c} \text{tasa imp.} \\ \text{directo,} \\ \text{ingreso} \\ \text{hogar} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tasas impuestos} \\ \text{actividades y VA,} \\ \text{precios actividad y VA,} \\ \text{niveles de actividad} \end{array} \right] \\ \\ \left[ \begin{array}{c} \text{tasa imp.} \\ \text{import.,} \\ \text{precios import.} \\ \text{(FCU),} \\ \text{cantidades import.} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{tasa imp.} \\ \text{export.,} \\ \text{precios export.} \\ \text{(FCU),} \\ \text{cantidades export.} \end{array} \right] \\ \\ \left[ \begin{array}{c} \text{tasa imp. ventas,} \\ \text{precio oferta} \\ \text{compuesto} \\ \text{y cantidades} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{transfer. desde} \\ \text{el resto del} \\ \text{mundo (FCU),} \\ \text{tipo de cambio} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{ingreso} \\ \text{del} \\ \text{factor } f \end{array} \right] \end{array} \right]$$

# Gasto corriente del gobierno

$$EG = f \left( \begin{array}{l} PQ_c, QG_c; \text{transfr}_{h,gov}; \\ \text{gintrat}_h, GDEBT_h; \\ \text{fintrat}_{gov}, FDEBT_{gov}, EXR \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{gasto} \\ \text{corriente} \\ \text{del gob.} \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{l} \text{consumo} \\ \text{del gob.} \\ \text{de } c, \\ \text{precio de } c \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{transf.} \\ \text{a los} \\ \text{hogares} \end{array} \right] \\ + \left[ \begin{array}{l} \text{intereses de deuda} \\ \text{doméstica y externa:} \\ \text{endeudamiento, tasas} \\ \text{de interés y tipo de cambio} \end{array} \right] \end{array} \right]$$

# Demanda de consumo del gobierno

$$QG_{c,t} = f \left( QG_{c,t-1}, \overline{QGGRW}_{c,t} \right)$$

$$\begin{bmatrix} \text{consumo} \\ \text{gobierno} \\ \text{de } c \\ \text{en } t \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{consumo} \\ \text{gobierno} \\ \text{de } c \\ \text{en } t - 1 \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{crecimiento} \\ \text{consumo} \\ \text{gobierno} \\ \text{de } c \text{ en } t \end{bmatrix} \right]$$

# Ahorro del gobierno

$$GSAV = YG - EG$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{ahorro} \\ \text{del} \\ \text{gobierno} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{ingreso} \\ \text{corriente} \\ \text{del} \\ \text{gobierno} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{gasto} \\ \text{corriente} \\ \text{del} \\ \text{gobierno} \end{array} \right]$$

## 1.6. Inversión

- Gobierno
- No gobierno (hogares, resto del mundo)

# Demanda de inversión del gobierno

$$DKINS_{gov,fcap,t} = f \left( \begin{array}{c} ifa_{fcap,agov} \\ QA_{agov,t} \\ QA_{agov,t-1} \end{array} \right) - \left( \begin{array}{c} QFINS_{gov,fcap,t} \\ depr_{fcap,t} \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{demanda} \\ \text{inversión} \\ \text{del gob. en } t \\ \text{para } fcap \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{demanda esperada} \\ \text{del gob. de } fcap \text{ en } t+1: \\ \text{coefic. capital-insumo,} \\ \text{nivel de actividad} \\ \text{en } t \text{ and } t-1 \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{c} \text{stock del} \\ \text{gob. de } fcap \\ \text{en } t; \text{ tasa} \\ \text{de depreciación} \end{array} \right]$$

# Precio del nuevo stock de capital

$$PK_{fcap} = f \left( capcomp_{c,fcap}; PQ_c \right)$$

$$\begin{bmatrix} \text{precio del} \\ \text{nuevo} \\ \text{stock de fcap} \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{cantidades de} \\ \text{bienes/serv. } c \\ \text{por unidad de} \\ \text{nuevo stock de fcap} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{precios de} \\ \text{bienes/serv.} \\ c \end{bmatrix} \right]$$

# Valor de la inversión del gobierno

$$\sum_{f \in FCAP} PK_f \cdot DKINS_{gov,f} = GSAV + BOR_{gov,h}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor de la inversión fija} \\ \text{del gob.: sumatoria del producto} \\ \text{de precios e inversiones} \\ \text{en diferentes bienes de capital} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{ahorro} \\ \text{del} \\ \text{gobierno} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{endeudamiento} \\ \text{directo del} \\ \text{gob. con el} \\ \text{hogar } h \end{array} \right]$$

$$+ \overline{BORMS}_h + \overline{BOR}_{gov,row} \cdot EXR_t$$

$$+ \left[ \begin{array}{l} \text{endeudamiento neto} \\ \text{del sistema monetario} \\ \text{con el hogar } h \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{endeudamiento neto del RdM} \\ \text{(neto de préstamos al RdM} \\ \text{e incrementos en las reservas)} \end{array} \right]$$

# Valor de la inversión no gobierno

$$\sum_{f \in FCAP} PK_f \cdot DKINS_{insng,f} = HSAV - BOR_{gov,h}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor de la inversión fija de} \\ \text{i (h o RdM): sumatoria del} \\ \text{producto de precios e invers.} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{ahorro} \\ \text{de} \\ \text{hogares} \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{endeudamiento} \\ \text{directo del} \\ \text{gob. con el} \\ \text{hogar h} \end{array} \right]$$

$$- \overline{BORMS}_h + \left( \overline{BOR}_{h,row} + fdi_{row} \right) \cdot EXR_t$$

$$- \left[ \begin{array}{l} \text{endeudamiento neto} \\ \text{del sistema monetario} \\ \text{con el hogar h} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{endeudamiento neto} \\ \text{con el RdM} \\ \text{más IED} \end{array} \right]$$

# Demanda de inversión por bien/servicio (inversión por origen o fuente)

$$QINV_c = f \left( \begin{array}{l} capcomp_{c,fcap}; \\ DKINS_{gov,fcap}, DKINS_{insng,fcap} \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{c} demanda \\ de \\ inversión \\ del \\ bien/serv. c \end{array} \right] = f \left[ \left[ \begin{array}{c} cantidades del \\ bien/serv. c \\ por unidad de \\ nuevo stock \\ de capital fcap \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} inversión bruta \\ en stock de capital \\ fcap del gobierno \\ y las insng \end{array} \right] \right]$$

## 2. Modulo “entre-períodos”

- Ecuaciones de actualización endógena para:
  - Stocks (una parte del acervo de factores, deuda externa, deuda doméstica)
  - Una parte de la productividad total de los factores (eficiencia) por actividad.

# Stocks de capital por institución

$$QFINS_{i,fcap,t} = (1 - depr_{fcap}) \cdot QFINS_{i,fcap,t-1} + DKINS_{i,f,t-1}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{stock de capital} \\ \text{f de la} \\ \text{institución i} \\ \text{en t} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \text{stock de capital} \\ \text{anterior (después} \\ \text{de depreciación)} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{inversión} \\ \text{bruta} \\ \text{en t-1} \end{array} \right]$$

# Participación institucional en los acervos de factores

$$SHIF_{i,f,t} = \frac{QFINS_{i,f,t}}{\sum_{i \in I} QFINS_{i,f,t}}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \textit{participación} \\ \textit{institución} \\ \textit{i en acervo} \\ \textit{total} \\ \textit{del factor f} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \textit{acervo inst.} \\ \textit{i dividido} \\ \textit{entre total} \\ \textit{acervo} \\ \textit{de f} \end{array} \right]$$

# Deuda externa de las instituciones domésticas

$$FDEBT_{i,t} = FDEBT_{i,t-1} + \overline{BOR}_{i,row,t} - fdebtrelief_{i,t}$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{deuda ext. de} \\ \text{inst. } i (=insd) \\ \text{en } t \\ \text{(final del año)} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{l} \text{deuda} \\ \text{ext. en } t-1 \\ \text{(final del año)} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{l} \text{endeuda.} \\ \text{externo} \\ \text{en } t \end{array} \right] - \left[ \begin{array}{l} \text{alivio de} \\ \text{deuda} \\ \text{en } t \end{array} \right]$$

# Deuda doméstica del gobierno

$$GDEBT_{h,t} = GDEBT_{h,t-1} + BOR_{gov,h,t}$$

$$\left[ \begin{array}{c} \textit{deuda gob.} \\ \textit{con hogar } h \\ \textit{en } t \\ \textit{(final del año)} \end{array} \right] = \left[ \begin{array}{c} \textit{deuda gob.} \\ \textit{con hogar } h \\ \textit{en } t-1 \\ \textit{(final del año)} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \textit{endeudam.} \\ \textit{gob. con} \\ \textit{h en } t \end{array} \right]$$

# Eficiencia (PTF) por actividad

$$ALPHA_a^{va} = f \left( \alpha_a^{va2}; QFINS_{gov,fcap}; TRDGDP; \right)$$

$$\begin{bmatrix} \text{eficien-} \\ \text{cia de} \\ \text{actividad} \\ a \end{bmatrix} = f \left[ \begin{bmatrix} \text{tendencia} \\ \text{de} \\ \text{eficiencia} \\ \text{de acti-} \\ \text{vidad } a \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{nivel del} \\ \text{stock de} \\ \text{capital} \\ \text{f del gob.} \end{bmatrix}, \begin{bmatrix} \text{apertura} \\ \text{(ratio} \\ \text{comercio-} \\ \text{PIB)} \end{bmatrix} \right]$$

# 3. Módulo ODM y educación

# Calidad de la educación

$$EDUQUAL_{cedu} = f \left( QQ_{cedu}; \sum_{grd \in GRD} QENR_{cedu,grd} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{índice} \\ \text{calidad} \\ \text{educ. por nivel} \\ \text{(ciclo) cedu} \end{array} \right] = f \left[ \left[ \begin{array}{c} \text{servicios} \\ \text{reales en} \\ \text{ciclo cedu} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{matri-} \\ \text{culación en} \\ \text{ciclo cedu} \end{array} \right] \right]$$

# Matriculación por ciclo y grado

$$QENR_{c,grd,t} = f \left( \begin{array}{l} \left( SHR_{neting1,cprim,t}^{edu}, popgl_t; qenrnewoth_{c,grd,t} \right) \\ \left( QENR_{c-1,grdmax,t-1}, SHR_{prom,c-1,t-1}^{edu} \right) \\ SHR_{grdcont,c,t-1}^{edu} \\ \left( QENR_{c,grd-1,t-1}, SHR_{prom,c,t-1}^{edu} \right), \\ \left( QENR_{c,grd,t-1}, SHR_{rep,c,grd,t-1}^{edu} \right), \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{matrícula} \\ \text{por ciclo} \\ c(edu) \\ \text{y grado} \\ \text{grd en } t \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{l} \left[ \begin{array}{l} \text{entrantes al sistema escolar} \\ \text{(grado 1 primario; otros grados)} \end{array} \right] \\ + \left[ \text{entrantes del ciclo anterior} \right] \\ + \left[ \text{estudiantes aprobando grado anterior en } t-1 \right] \\ + \left[ \text{repitentes del mismo grado en } t-1 \right] \end{array} \right]$$

# Comportamiento estudiantil (nivel anidado bajo)

$$ZEDU_{behav,cedu} = CE \left( \begin{array}{l} EDUQUAL_{cedu}; WF_{flab}; \\ QHPC; MDGVAL_{mdg4}; \\ QFINS_{fcapgovinf} \end{array} \right)$$

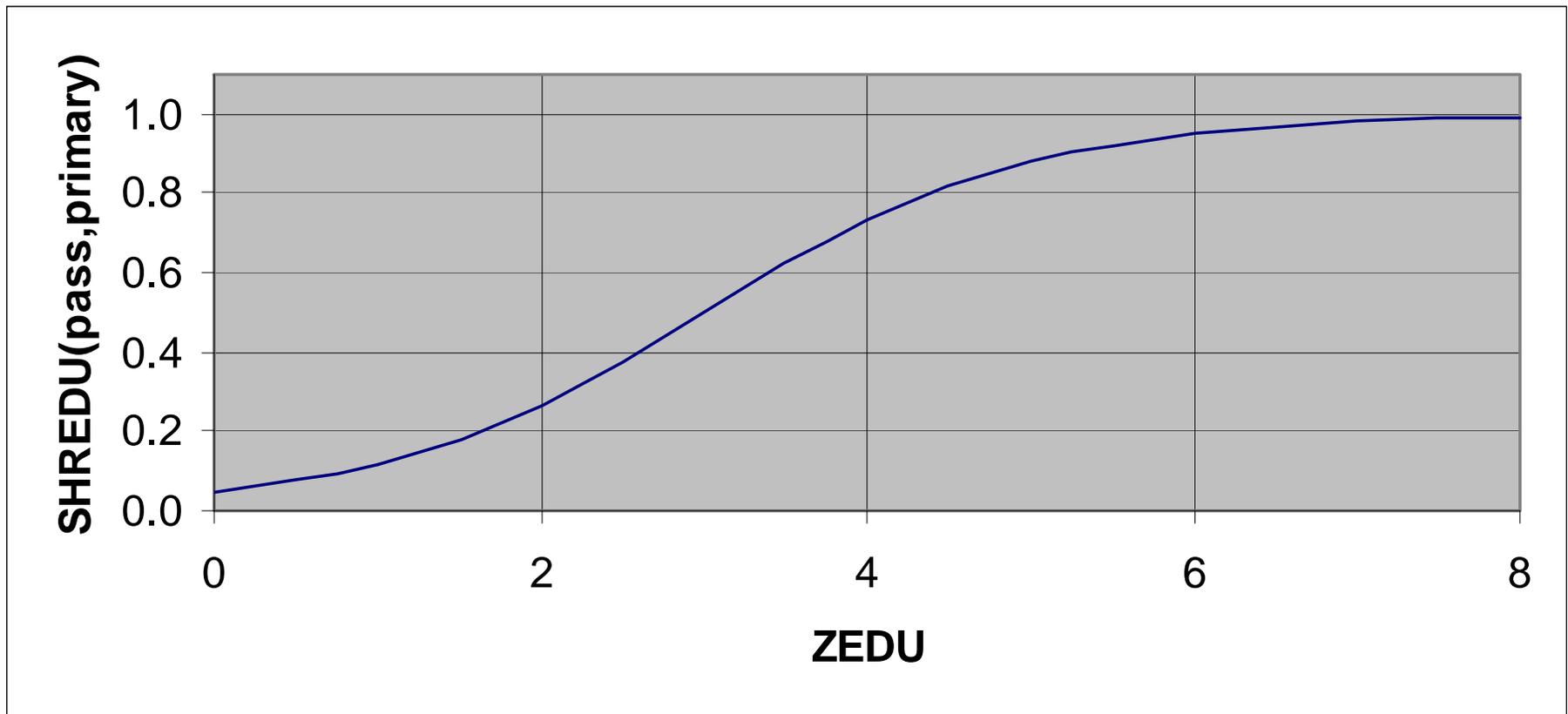
$$\left[ \begin{array}{l} \text{variable intermed. para} \\ \text{proporc. de estudiantes} \\ \text{o población con comport.} \\ \text{behav (prom, grdcont;} \\ \text{neting1 [primaria])} \\ \text{para ciclo cedu} \end{array} \right] = CE \left[ \begin{array}{l} \text{calidad educación;} \\ \text{incentivo salarial;} \\ \text{consumo hogares } p - c; \\ \text{salud estudiantes} \\ \text{(ODM4);} \\ \text{stock de} \\ \text{infraestructura} \end{array} \right]$$

# Comportamiento estudiantil (nivel anidado alto)

$$SHR_{behav,cedu}^{edu} = LOG \left( ZEDU_{behav,cedu} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{proporc. de estudiantes} \\ \text{o población con comport.} \\ \text{behav (prom, grdcont;} \\ \text{neting1 [primaria])} \\ \text{para ciclo cedu} \end{array} \right] = LOG \left[ \begin{array}{l} \text{variable} \\ \text{intermedia} \\ \text{comportamiento} \\ ZEDU_{behav,cedu} \end{array} \right]$$

# Ejemplo: Función logística de comportamiento estudiantil



# Comportamiento estudiantil: indicadores residuales

$$SHR_{behav,cedu}^{edu} = f \left( SHR_{behav',cedu}^{edu} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \textit{proporción estudiantes} \\ \textit{con comportamiento} \\ \textit{residual behav} \\ \textit{(rep, dropout, grdexit)} \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{l} \textit{propociones con} \\ \textit{comportamiento} \\ \textit{asociado behav'} \\ \textit{(prom,} \\ \textit{grdcont)} \end{array} \right]$$

# OMD 2: culminación de primaria

$$MDGVAL_{mdg2,t} = PROD \left( SHR_{behav,cedu,t'}^{edu} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{tasa neta} \\ \text{culm.} \\ \text{primaria} \\ \text{en } t \end{array} \right] = PROD \left[ \begin{array}{l} \text{proporciones} \\ \text{neting1 y} \\ \text{prom para años} \\ \text{anteriores} \\ \text{relevantes } t' \end{array} \right]$$

# Tasa de participación de la fuerza de trabajo

$$\overline{LABPARTRAT} = f \left( \begin{array}{l} QFINS_{h,flab}; \\ poplab, \\ QENR_{cedu} \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \textit{tasa} \\ \textit{particip.} \\ \textit{fuerza} \\ \textit{laboral} \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{l} \textit{fuerza laboral;} \\ \textit{población} \\ \textit{en edad para trabajar} \\ \textit{fuera del} \\ \textit{sistema escolar} \end{array} \right]$$

# Acervo de fuerza laboral por tipo de trabajador

$$QFINS_{h,flab,t} = f \left( \begin{array}{c} QFINS_{h,flab,t-1} \\ DEPR_{flab,t} \end{array} \right), \left( \begin{array}{c} SHR_{behav,cedu,t}^{edu} \\ shrlabent_{cedu,t} \\ shrlabent2_{flab,t} \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{c} \text{acervo} \\ \text{de trabajo} \\ \text{flab del} \\ \text{hogar} \\ \text{h en t} \end{array} \right] = f \left[ \begin{array}{c} \text{acervo} \\ \text{en t-1,} \\ \text{tasa} \\ \text{de} \\ \text{retiro} \end{array} \right], \left[ \begin{array}{c} \text{nuevos entrantes :} \\ \text{comport. estudiantil (grdexit,} \\ \text{dropout); proporc.} \\ \text{de fuerza laboral} \\ \text{entrante (entre} \\ \text{estudiantes and no-estudiantes} \\ \text{cumpliendo edad para} \\ \text{trabajar)} \end{array} \right]$$

# Otros indicadores ODM (parte baja de la función anidada)

$$ZMDG_{mdg} = CE \left( \begin{array}{l} QQ_{cmdg}, poptot; \\ QHPC \\ MDGVAL_{mdg}; \\ QFINS_{fcapgovinf} \end{array} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{variable} \\ \text{intermedia} \\ \text{para} \\ \text{ODM} \\ \text{indicator (4,} \\ \text{5,7a o 7b)} \end{array} \right] = CE \left[ \begin{array}{l} \text{nivel de provisión, población} \\ \text{total; consumo} \\ \text{hogares } p - c; \\ \text{otros OMD (7a} \\ \text{y 7b afectan 4 y 5);} \\ \text{stock infraestructura} \end{array} \right]$$

# Otros indicadores ODM (parte alta de la función anidada)

$$MDGVAL_{mdg} = LOG \left( ZMDG_{mdg} \right)$$

$$\left[ \begin{array}{l} \text{valor del ODM} \\ (4 = \text{tasa mortalidad menores;} \\ 5 = \text{tasa mortalidad materna;} \\ 7 = \% \text{ población con} \\ \text{acceso a agua y} \\ \text{saneamiento} \end{array} \right] = LOG \left[ \begin{array}{l} \text{variable} \\ \text{intermedia} \\ \text{comportamiento} \\ ZMDG_{mdg} \end{array} \right]$$