

# **Un modelo macroeconómico de simulación para el Banco de Previsión Social\***

Diciembre, 2002

Alvaro Forteza \*\*

## **Resumen**

El objetivo de este documento es presentar el modelo macroeconómico utilizado para la realización de simulaciones del sistema uruguayo de seguridad social cubierto por el Banco de Previsión Social. Se trata de una variante de los modelos de generaciones superpuestas que han sido ampliamente utilizados para el estudio de la política fiscal en general y de la seguridad social en particular (Auerbach y Kotlikoff, 1987; Falkingham y Johnson, 1993; Obstfeld y Rogoff, 1996, entre otros). El esfuerzo de modelización consistió en adaptar el modelo general a las particulares condiciones del Uruguay.

## **Abstract**

The aim of this paper is to present the macroeconomic model used to simulate the part of the Uruguayan pension system covered by the Banco de Previsión Social. The model in this paper is a variant of the overlapping generation models that have been extensively used to study fiscal policy in general and social security policy in particular (Auerbach and Kotlikoff, 1987; Falkingham and Johnson, 1993; Obstfeld and Rogoff, 1996, among others). The contribution of this paper is to adapt the general model to the particular conditions of Uruguay.

---

\* Este documento fue elaborado en el marco del proyecto homónimo, financiado por el BPS, el PRSS-OPP y la CSIC-UDELAR. Comentarios de Anna Caristo y Silvia Laens permitieron mejorar el documento. La responsabilidad es exclusiva del autor.

\*\* Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, UDELAR, Uruguay.  
Alvarof@decon.edu.uy.

## Índice

1	Introducción .....	1
2	El modelo de generaciones solapadas para una pequeña economía abierta .....	1
2.1	Las familias .....	1
2.1.1	Preferencias .....	2
2.1.2	La restricción presupuestal de las familias .....	3
2.1.3	El desempleo involuntario .....	5
2.1.4	Las decisiones de las familias y sus expectativas .....	5
2.1.5	La demografía del modelo .....	7
2.2	Las empresas .....	9
2.3	El gobierno y el sistema público de seguridad social .....	13
2.4	Los fondos de ahorro previsional.....	15
2.5	El equilibrio general.....	16
3	La seguridad social "en detalle" .....	17
3.1	El régimen anterior a la reforma .....	17
3.2	El régimen de seguridad social posterior a 1995 .....	20
3.2.1	El régimen de transición .....	20
3.2.2	El régimen mixto .....	23
4	Síntesis .....	27
5	Referencias.....	28
6	Anexo: Lista de variables y parámetros.....	30

## 1 Introducción

En el presente documento proponemos un modelo macroeconómico para el estudio de la política de seguridad social en Uruguay. Intentamos lograr un adecuado compromiso entre la sencillez y el realismo, combinando supuestos muy simples en aquellos bloques del modelo que no son centrales para la seguridad social, con un análisis pormenorizado y altamente desagregado en los que sí lo son. En particular, adoptamos supuestos muy simplificadores en cuanto al movimiento de capitales y al sector productivo, pero realizamos un análisis del sector familias y de la seguridad social más detallado que el que es usual en los modelos macroeconómicos. En este sentido, con el presente modelo intentamos tender un puente entre la macroeconomía y el análisis actuarial.

La propuesta contenida en este documento constituye una extensión del modelo de simulación presentado en Forteza (1999).<sup>1</sup> La presente versión contiene importantes novedades, tanto en relación con el soporte informático que se utiliza como con la especificación del modelo. En cuanto a la especificación en sí del modelo, incorporamos expresamente el IVA y el COFIS y *endogeneizamos* las decisiones de trabajar (incluyendo la decisión de retiro) y de evadir la seguridad social. Con estas extensiones del modelo, es posible analizar la sensibilidad de las variables macroeconómicas claves a cambios en las tasas de los impuestos y de los aportes a la seguridad social.

## 2 El modelo de generaciones solapadas para una pequeña economía abierta

El modelo distingue cuatro bloques o sectores en el país: las familias, las empresas, el gobierno (incluyendo el subsistema público de reparto de la seguridad social) y los fondos de ahorro previsional. En las siguientes subsecciones describimos sucesivamente estos cuatro bloques y cerramos la presentación del modelo con el equilibrio general y el sector externo.

### 2.1 Las familias

El sector familias está compuesto por individuos pertenecientes a distintas generaciones ( $g$ ), sexo ( $s$ ) y niveles de ingreso salarial o de “calificación” ( $i$ ). En cada momento del tiempo, coexisten en este modelo aproximadamente sesenta generaciones, hombres y mujeres y, en la versión actual, cinco niveles de ingreso salarial. Es decir que reconocemos aproximadamente 600 tipos distintos de individuos representativos en cada momento. A su vez, las sucesivas generaciones difieren en su tamaño, esperanza de vida y nivel de ingreso.

---

<sup>1</sup> A los efectos de obtener una presentación autocontenida del modelo, reproducimos en este documento partes del artículo mencionado.

Los individuos empiezan a tomar decisiones a los 18 años y mueren a una edad cierta, variable por sexo y generación ( $em_{s,g}$ ). Deciden: a) cuánto consumir, b) cuánto trabajar, y c) si se integran a la seguridad social o evaden. Suponemos que son agentes económicos racionales que utilizan eficientemente la información de que disponen. Eligen los senderos de consumo, trabajo y evasión a lo largo de su ciclo de vida que, respetando su restricción de presupuesto, maximiza su bienestar. Al tomar estas decisiones deberán tener en cuenta no sólo sus ingresos corrientes sino también los ingresos que esperan obtener en el futuro. En consecuencia, los planes de las familias dependerán de sus expectativas, las que a su vez dependerán de la información que tienen en el momento en que formulan esos planes. Por lo tanto, para modelizar el comportamiento de las familias, debemos hacer supuestos explícitos respecto a sus preferencias, restricciones y expectativas.

### 2.1.1 Preferencias

Cada familia tiene preferencias definidas sobre el consumo de bienes y el ocio. Siguiendo a Auerbach y Kotlikoff (1987), suponemos que estas preferencias son representables por una función de utilidad separable en el tiempo y de elasticidad de sustitución constante anidada. La utilidad que deriva en el año  $t$  un miembro de la generación  $g$ , sexo  $s$  y nivel de ingreso  $i$  es:

$$u_{s,i,g,t} = [C_{s,i,g,t}^{(1-\rho)} + \alpha_{s,i,g,t} O_{s,i,g,t}^{(1-\rho)}]^{1/(1-\rho)}$$

donde  $C_{s,i,g,t}$  es el consumo per cápita y  $O_{s,i,g,t}$  es el ocio, expresado como fracción del tiempo disponible. El parámetro  $\rho$  es la elasticidad de sustitución entre consumo y ocio. Los parámetros  $\alpha_{s,i,g,t}$  miden la intensidad de la preferencia por el ocio. Al analizar la calibración del modelo se discutirán diversas hipótesis de restricción de los valores de estos parámetros. Podemos, por ejemplo, reproducir en el modelo el hecho empírico de que la tasa de actividad femenina es menor que la masculina suponiendo que  $\alpha_{Mujeres} > \alpha_{Hombres}$ . El aumento que se observa en la tasa de actividad femenina puede reproducirse en el modelo suponiendo que la preferencia por el ocio de las mujeres se ha ido reduciendo en las sucesivas generaciones. El trabajador puede decidir retirarse definitivamente de la fuerza laboral, si su preferencia por el ocio aumenta con la edad.

En la presente versión del modelo, supondremos que el ocio es una variable binaria que adopta valores cero, si el individuo decide trabajar, y uno, si decide permanecer inactivo:

$$O_{s,i,g,t} \in \{0,1\}$$

Con este supuesto, excluimos el trabajo a tiempo parcial. En modelos teóricos se suele permitir que el ocio y, por lo tanto, la oferta de trabajo sean funciones continuas del tiempo. Sin embargo, a los efectos de un modelo de simulación es poco lo que aportaría ese supuesto más general, dado que no hay información para calibrar la disponibilidad a trabajar a tiempo parcial. Las encuestas consultan al trabajador no ocupado si buscó o no trabajo, pero no lo consultan sobre cuántas horas estaría dispuesto a trabajar. A su vez, esta variable binaria nos permite endogenizar la decisión de retiro de una forma simple, permitiéndonos analizar, en particular, la sensibilidad de la edad de retiro frente a cambios en las tasas de aportes a la seguridad social.

La utilidad a lo largo de la vida desde el momento  $t_0$  es:

$$U_{s,i,g,t_0} = \frac{1}{1-1/\gamma} \sum_{t=t_0}^{g+em_{s,g}-1} \beta^{t-t_0} u_{s,i,g,t}^{(1-1/\gamma)}, \quad g+21 \leq t_0 < g+em_{s,g} \quad (1)$$

donde  $\beta$  es el factor subjetivo de descuento,  $\gamma$  es la elasticidad de sustitución intertemporal y  $t_0$  es el momento en que el individuo formula su plan. Los individuos elaboran un plan necesariamente a los 18 años, pero pueden necesitar elaborar otros planes posteriormente si adquieren nueva información que no tenían inicialmente.

### 2.1.2 La restricción presupuestal de las familias

La restricción presupuestal de la familia en el período  $t$  es:

$$A_{s,i,g,t+1} = (1+r_t)A_{s,i,g,t} + W_{s,i,g,t}(1-O_{s,i,g,t})(1-\varepsilon D_{s,i,g,t}) - \tau_{s,i,g,t} - (1+IVA_t)C_{s,i,g,t};$$

$$t = t_0, \dots, g+em_{s,g}-1; \quad g+21 \leq t_0 < g+em_{s,g} \quad (2)$$

donde:

$A_{s,i,g,t}$	Activos netos del individuo, <i>excluidos</i> los fondos de ahorro previsional.
$r_t$	Tasa de interés real.
$W_{s,i,g,t}$	Costo del trabajo.
$D_{s,i,g,t}$	Variable binaria que adopta el valor 1 si el individuo declara a la seguridad social que está inactivo y 0 en el caso contrario.
$\varepsilon$	Costo de evadir expresado como proporción del costo del trabajo.
$\tau_{s,i,g,t}$	Transferencias netas <i>desde</i> las familias hacia otros sectores. Incluye impuestos y transferencias netas a la seguridad social, tanto personales como patronales. No incluye el impuesto al valor agregado ni la contribución al financiamiento de la seguridad social (COFIS).
$IVA_t$	suma de las tasas del impuesto al valor agregado y de la contribución al financiamiento de la seguridad social en $t$ .

La variable ficticia  $D_{s,i,g,t}$  es una variable de control del trabajador que permite representar la decisión de evasión. El trabajador recibe un ingreso previo a los impuestos  $W_{s,i,g,t}$  si decide trabajar y declarar que está trabajando  $O_{s,i,g,t} = 0, D_{s,i,g,t} = 0$ . El individuo evade cuando, estando ocupado, declara inactividad:  $O_{s,i,g,t} = 0, D_{s,i,g,t} = 1$ . En este caso, incurre en un costo de informalidad o de evasión que es una proporción  $\varepsilon$  del costo laboral de su categoría. La decisión de evadir afecta el flujo de transferencias que hacen el trabajador y la empresa. Al declarar inactividad, no se pagan los aportes a la seguridad social y se pierde el año para el cálculo de la jubilación. Es decir que  $\tau_{s,i,g,t}$  es una función de las decisiones de evasión contemporáneas y pasadas. La sección 3 de este documento está dedicada a la

descripción y análisis de estas transferencias y de su relación con las decisiones de las familias.

Cabe distinguir dentro de las transferencias netas que hacen las familias ( $\tau_{s,i,g,t}$ ) aquellas que van a la seguridad social ( $\tau_{s,i,g,t}^{SS}$ ) de las restantes, que están compuestas mayoritariamente por transferencias netas al gobierno y que, por esa razón, identificaremos con el supraíndice G ( $\tau_{s,i,g,t}^G$ ). A su vez, en el régimen de seguridad social posterior a la reforma de 1995, pueden distinguirse las transferencias al subsistema de solidaridad intergeneracional ( $\tau_{s,i,g,t}^{SI}$ ) y al sistema de ahorro individual ( $\tau_{s,i,g,t}^{AI}$ ). En resumen, las transferencias netas de las familias pueden desagregarse del siguiente modo:

$$\tau_{s,i,g,t} = \tau_{s,i,g,t}^{SS} + \tau_{s,i,g,t}^G = \tau_{s,i,g,t}^{SI} + \tau_{s,i,g,t}^{AI} + \tau_{s,i,g,t}^G$$

Las transferencias netas desde las familias incluyen impuestos indirectos netos de subsidios, derechos de importación, impuestos directos, aportes personales y patronales a la seguridad social, tanto de ahorro individual como de solidaridad intergeneracional, y deducen las prestaciones de la seguridad social. Al incluir los aportes personales y patronales en las transferencias, la restricción presupuestal (2) está considerando salarios líquidos (iguales al costo del trabajo menos los aportes patronales y personales).

La inclusión de las transferencias netas a los fondos de ahorro previsional en  $\tau$  implica que los activos netos de la ecuación (2) no incluyen las cuentas de ahorro en las administradoras de fondos de ahorro previsional (AFAP). Se trata entonces de activos acumulados *voluntariamente* por las familias. El aumento de estos activos es el *ahorro voluntario*, que distinguiremos del ahorro obligatorio acumulado en los fondos de pensión.

Agregando las restricciones presupuestales por período, obtenemos la siguiente restricción presupuestal intertemporal desde el momento  $t_0$ :

$$A_{s,i,g,t_0} + \sum_{t=t_0}^{g+em_{s,g}-1} \frac{W_{s,i,g,t} (1 - O_{s,i,g,t}) (1 - \epsilon D_{s,i,g,t}) - \tau_{s,i,g,t} - (1 + IVA_t) C_{s,i,g,t}}{R_{t_0,t}} = \frac{A_{s,i,g,g+em_{s,g}}}{R_{t_0,g+em_{s,g}-1}} \geq 0 \quad (3)$$

donde los valores futuros de todas las variables dependen de la información que tiene el individuo cuando formula su plan de consumo, es decir en  $t_0$ .  $R_{t_0,t}$  es el interés compuesto entre  $t_0$  y  $t$ :

$$R_{t_0,t} = \prod_{v=t_0}^t (1 + r_v) \quad (4)$$

Los activos iniciales y finales de las familias son, en principio, cero dado que no hemos incorporado en el modelo ningún motivo para dejar herencias. Por una parte, supusimos que los individuos son egoístas, en el sentido que no se preocupan por el bienestar de las generaciones siguientes. No hay por lo tanto una motivación "altruista" para dejar una herencia. Por otra parte, no habiendo incertidumbre (o lo que es lo mismo, habiendo seguros completos y sin costo) tampoco hay un motivo "precautorio" para ahorrar durante la vejez. No aparecen entonces herencias asociadas al ahorro preventivo.

### 2.1.3 El desempleo involuntario

El modelo no explica el desempleo. La teoría económica aporta algunas posibles explicaciones del desempleo involuntario, pero no se ha alcanzado un mínimo consenso en torno a estas teorías. La capacidad de las mismas de reproducir los hechos estilizados básicos del desempleo es también muy limitada. En consecuencia, hemos optado por manejar el desempleo como una variable exógena.

En nuestro modelo, el trabajador está ocupado si elige  $O_{s,i,g,t} = 0$ . Si no está ocupado, es decir si  $O_{s,i,g,t}=1$ , puede ser que esté inactivo o desocupado. Será inactivo, si  $O_{s,i,g,t}=1$  *por elección*. Será desocupado, si  $O_{s,i,g,t}=1$  porque el trabajador *no tiene la opción* de trabajar, aún cuando quiera hacerlo. El trabajador desocupado es aquel que enfrenta una restricción de empleo operativa. Entonces, para representar el desempleo involuntario, impondremos la condición  $O_{s,i,g,t}=1$  en algunas categorías de trabajadores que si pudieran elegirían lo contrario.

### 2.1.4 Las decisiones de las familias y sus expectativas

Las familias eligen los senderos de consumo ( $C_{s,i,g,t}$ ), ocio ( $O_{s,i,g,t}$ ) y declaración de inactividad a la seguridad social ( $D_{s,i,g,t}$ ) que maximiza su utilidad descontada (ecuación (1)) sujeto a la restricción presupuestal intertemporal (ecuación (3)). Obviamente, en el mundo real, estas decisiones enfrentan la dificultad de que los ingresos y transferencias futuras son inciertas. Cuando la familia decide cuánto consumir hoy, por ejemplo, no conoce con certeza los ingresos que obtendrá en el futuro. La restricción presupuestal intertemporal contiene variables fechadas en todo el ciclo de vida del individuo, parte del cual todavía no se ha realizado cuando la familia tiene que empezar a decidir. Como es usual en esta literatura, "resolvemos" (parcialmente) esta dificultad suponiendo que los individuos forman racionalmente sus expectativas, lo cual en ausencia de incertidumbre significa que tienen previsión perfecta.

Las reformas de la seguridad social pueden modificar sensiblemente el flujo futuro de ingreso disponible de las familias. Además, son bastante infrecuentes, por lo cual deberían ser percibidas como cambios básicamente permanentes. Por lo general, y es también el caso de Uruguay, las reformas de la seguridad social son ampliamente discutidas antes de su aprobación. Por estas razones, la hipótesis según la cual las familias tienen en cuenta la política fiscal futura para tomar sus decisiones corrientes parece particularmente pertinente en relación con una reforma de la seguridad social.

No obstante, aún en este ámbito relativamente más predecible de la política fiscal, resulta normalmente difícil formar conjeturas consistentes y firmes sobre la política futura. La dificultad mayor deriva del vínculo que la restricción presupuestal del gobierno introduce entre la seguridad social y el resto de la política fiscal. Si el sistema de seguridad social presenta un déficit, el gobierno debe de alguna manera obtener recursos para “cerrar” las cuentas. Evaluar los efectos de un sistema de seguridad social sin tener en cuenta los impuestos presentes o futuros que ayudan a financiarlo sería entonces incorrecto. Más aún, si los agentes son racionales y están informados, tomarán sus decisiones corrientes teniendo en cuenta no sólo lo que la seguridad social les promete, sino también los impuestos que el gobierno deberá cobrar en el futuro para financiar el sistema.

Este punto es especialmente delicado cuando se trata de analizar políticas de seguridad social que son, aparentemente, insostenibles a largo plazo. Si el gobierno, incluyendo el sistema de seguridad social, es insolvente con el actual esquema fiscal, los agentes deberían esperar algún cambio en la política. En última instancia, los recursos tendrán que salir de algún lado: o bien aumentarán los impuestos, o se reducirán los gastos, o no se pagará la deuda. Entonces, los agentes privados deberían tomar sus decisiones de consumo considerando alguna hipótesis respecto a reformas fiscales futuras. Pero, ¿qué hipótesis? Hay infinitas formas posibles de equilibrar las cuentas públicas a largo plazo y sus efectos sobre las decisiones corrientes pueden ser muy diferentes. La decisión de ahorro de un individuo que piensa que el gobierno financiará sus gastos con endeudamiento, que en última instancia supondrá mayor carga fiscal sobre las generaciones futuras, puede diferir mucho de la decisión de alguien que piensa que en los años inmediatos deberá enfrentar un aumento de impuestos. Para resolver esta dificultad, supondremos en este trabajo que la reforma fiscal futura que el gobierno deberá realizar toda vez que se encuentre en un sendero de insolvencia a largo plazo se implementará en un futuro tal que las generaciones que viven durante el período de la simulación no son afectadas. Los cambios que el gobierno en cualquier caso deberá introducir para cerrar su restricción presupuestal intertemporal recaen, se supone, sobre generaciones posteriores. Transitoriamente se mantiene el status quo. Las familias actúan bajo la convicción de que esto es así.

Estos supuestos no son obviamente los únicos posibles, pero los consideramos un punto de referencia apropiado por varias razones. En primer lugar, que las familias actúen “como si” la política fuera a permanecer incambiada, en lo que a ellas les afecta, es consistente tanto con una hipótesis de expectativas racionales estrictas como con hipótesis de racionalidad limitada. En el primer caso, las familias son plenamente conscientes de la insolvencia del gobierno en el régimen fiscal vigente, pero suponen que la reforma fiscal que en algún momento el gobierno habría necesariamente de implementar no los afectará a ellos.<sup>2</sup> Siendo uno de los infinitos senderos posibles de política fiscal, el *status quo transitorio* opera como un punto focal que permite coordinar las expectativas. Los agentes recién modifican su comportamiento cuando el ajuste fiscal se inicia. Aplicado al caso de la reforma de la

---

<sup>2</sup> Suponemos también que los agentes no son lo suficientemente altruistas como para formular sus planes de consumo en función de los impuestos que recaen sobre generaciones futuras (este tema ha sido ampliamente discutido en la literatura, a partir de Barro 1974).

seguridad social, suponemos que los agentes recién modifican su comportamiento cuando la reforma es aprobada. Dado que la implementación se inicia en forma inmediata, esto supone que la reforma es tratada como un shock no anticipado.

En el segundo caso, las familias podrían simplemente no ser conscientes de la insolvencia del antiguo régimen y no esperar entonces cambio alguno. La racionalidad limitada estaría plenamente justificada por la dificultad que implica procesar el gran número de mensajes contradictorios que las familias reciben en relación con los complejos temas de la política fiscal. Cuando la reforma es aprobada, luego de un proceso de discusión pública, los agentes se informan de las nuevas reglas de juego y ajustan su comportamiento.

En segundo lugar, la comparación con el status quo constituye un punto de referencia inevitable para el análisis de la política económica. Este análisis presenta dificultades obvias cuando la política vigente se considera insostenible: sencillamente se está afirmando que la política previa no podía continuar. El supuesto del status quo transitorio resuelve esta dificultad en forma coherente: se admite que habrá de haber algún cambio en el viejo régimen de política e incluso que los agentes privados pueden estar conscientes de ello, pero se supone que ese cambio tendrá lugar en un futuro lejano y que no afectará a las generaciones que están tomando decisiones en el período de la simulación.

### 2.1.5 La demografía del modelo

Suponemos, como ya indicamos, que los individuos "nacen" a los 18 años y mueren a una edad cierta, variable por sexo y generación ( $em_{s,g}$ ). Supondremos que la muerte se produce al principio del año en que el individuo cumple la edad  $em_{s,g}$ . Es decir que la población - activa y no activa - ( $N_{s,i,g,t}$ ) viene dada por la siguiente expresión:

$$N_{s,i,g,t} = \begin{cases} N_{s,i,g} & \text{si } g + 21 \leq t < g + em_{s,g} \\ 0 & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (5)$$

En consecuencia, la demografía del modelo puede representarse plenamente a partir de dos conjuntos de parámetros, el "tamaño de las generaciones" ( $N_{s,i,g}$ ) y su "edad de muerte" ( $em_{s,g}$ ). La población total en el período t ( $N_t$ ) puede determinarse agregando los distintos grupos de individuos que coexisten en ese período usando las ecuaciones (5):

$$N_t = \sum_{s,i} \sum_{g \in V_t} N_{s,i,g,t} \quad ; \quad V_t = \{g \mid g + 18 \leq t < g + em_{s,g}\} \quad (6)$$

$V_t$  es el conjunto de generaciones que en el año t tienen 18 años o más y no han muerto. Las ecuaciones (5) determinan también la estructura por edades en el modelo. La razón de personas de edad 'e' a edad 'e+1' en un momento del tiempo está dada por la tasa de crecimiento generacional ( $n_{s,i,g}$ ):

$$\frac{N_{s,i,g,t}}{N_{s,i,g-1,t}} = \frac{N_{s,i,t-e,t}}{N_{s,i,t-(e+1),t}} = 1 + n_{s,i,g} ; (g, g-1) \in V_t \quad (7)$$

Suponemos finalmente que la tasa de crecimiento generacional es la misma para hombres y mujeres y para los distintos niveles de “calificación”:

$$n_{s,i,g} = n_g$$

Si bien esta estructura de la población es muy estilizada, permite representar de una manera simple las principales tendencias demográficas que afectan a la seguridad social. Por ejemplo, las proyecciones de envejecimiento de la población realizadas por los demógrafos pueden reproducirse en este modelo reduciendo paulatinamente la tasa de crecimiento de las generaciones ( $n_g$ ) y aumentando la edad de muerte. La reducción tendencial de  $n_g$  representa aproximadamente la reducción en las tasas de natalidad y el aumento de  $em_g$  representa el aumento en la esperanza de vida. Los movimientos migratorios se recogen también en el parámetro  $n_g$ , ya que una generación que, por ejemplo, presenta emigración reduce su tamaño medio ( $N_{s,i,g}$ ).

El trabajador del modelo está ocupado si su ocio es cero y es inactivo o está desocupado si su ocio es uno. El número de trabajadores del sexo  $s$ , nivel de ingreso  $i$  y generación  $g$  que están ocupados en el año  $t$  ( $L_{s,i,g,t}$ ) es:<sup>3</sup>

$$L_{s,i,g,t} = (1 - O_{s,i,g,t}) N_{s,i,g,t}$$

Son cotizantes a la seguridad social las personas que se declaran activas. El individuo  $(s,i,g)$  es cotizante en  $t$  si  $D(s,i,g,t) = 0$ . El número de cotizantes a la seguridad social es entonces:

$$Cot_{s,i,g,t} = (1 - D_{s,i,g,t}) N_{s,i,g,t}$$

En Uruguay, la cobertura efectiva de la seguridad social en la población ocupada es sensiblemente menor al cien por ciento. En otras palabras, el número de cotizantes es sensiblemente menor al de ocupados:  $\sum_{s,i,g} Cot_{s,i,g,t} < \sum_{s,i,g} L_{s,i,g,t}$ . Esto implica que hay muchos trabajadores que, estando ocupados  $O(s,i,g,t) = 0$ , no aparecen registrados como tales en la seguridad social  $D(s,i,g,t) = 1$ . Algunos de estos trabajadores ocupados que no cotizan carecen de cobertura legal, pero la mayor parte está evadiendo los aportes. La primera de estas situaciones, es decir la de aquellos trabajadores no cubiertos legalmente, puede representarse en el modelo *imponiendo* la condición  $D(s,i,g,t) = 1$  y haciendo cero el parámetro  $\varepsilon$  para estos trabajadores. La situación de los trabajadores ocupados que han *decidido* no aportar, a pesar de estar legalmente cubiertos, corresponde en el modelo al caso de individuos que maximizan su utilidad declarándose no ocupados

<sup>3</sup> En el modelo escrito en GAMS, el parámetro ocio adopta los valores 16 y 24, en lugar de 0 y 1. Si llamamos  $o(s,i,g,t)$  al parámetro definido en GAMS, se cumple entonces que:  $o(s,i,g,t) = (o'(s,i,g,t) - 16)/8$ .

cuando en realidad lo están. Estos últimos son trabajadores que prefieren incurrir en el costo de la informalidad antes que aportar a la seguridad social. En algunos casos, la discrepancia entre lo declarado y lo actuado puede producirse a lo largo de toda la vida activa del trabajador y en otros puede corresponder sólo a una etapa. Puede haber trabajadores que prefieren no aportar nunca porque, para ellos, el costo de la informalidad es relativamente reducido en relación al retorno de la seguridad social. Otros pueden encontrar conveniente mantenerse dentro del sistema, por ejemplo, hasta alcanzar las condiciones mínimas para acceder a una jubilación, declararse luego retirados, pero seguir desarrollando alguna actividad en el sector informal por algunos años más.

## 2.2 Las empresas

Las empresas producen con capital y varios tipos de trabajo que tienen distinta productividad. Las diferentes clases de trabajo están definidas por el sexo ( $s$ ), la "calificación" ( $i$ ), la generación ( $g$ ) y el año ( $t$ ). En ocasiones, resulta conveniente identificar a las generaciones por su edad ( $e$ ) en un año determinado, usando que:  $g+e=t$ . Los distintos tipos de trabajo son sustitutos perfectos, de tal manera que el producto obtenido depende de la cantidad total de unidades de eficiencia de trabajo empleados y no de su composición. Las unidades de eficiencia contenidas en una unidad de trabajo simple están dadas por los factores de productividad  $h_{s,i,g,t}$ . El producto en el año  $t$  puede escribirse entonces como:

$$Y_t = F\left(K_t, \sum_s \sum_i \sum_g h_{s,i,g,t} L_{s,i,g,t}\right) = F(K_t, L_t^e) \quad (8)$$

donde  $L_{s,i,g,t}$  es la cantidad de unidades de trabajo "simple" del sexo  $s$ , nivel de "calificación"  $i$  y generación  $g$  empleadas en el año  $t$ . La expresión anterior puede escribirse en forma más compacta, definiendo la variable  $L_t^e$  que representa a la cantidad total de unidades de trabajo estandarizado por su nivel de eficiencia y que, por brevedad, llamaremos simplemente trabajo "eficiente":

$$L_t^e = \sum_s \sum_i \sum_g h_{s,i,g,t} L_{s,i,g,t} \quad (9)$$

Usando (9) en (8):

$$Y_t = F(K_t, L_t^e)$$

La función de producción es continua, creciente y cóncava. Suponemos que la tecnología exhibe rendimientos constantes a escala, es decir que la función de producción es homogénea de grado uno en el capital y el trabajo "eficiente". Por lo tanto, se cumple que el

producto por unidad de trabajo "eficiente" es una función creciente y cóncava del capital por unidad de trabajo "eficiente" ( $k_t$ ):

$$\frac{Y_t}{L_t^e} = F\left(\frac{K_t}{L_t^e}, 1\right) = f(k_t) \quad (10)$$

o, lo que es lo mismo:

$$F(K_t, L_t^e) = L_t^e f(k_t) = L_t^e f(K_t/L_t^e) \quad (11)$$

A su vez, debido a los rendimientos constantes a escala, el producto marginal del capital y del trabajo se vinculan a través de la siguiente relación:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial K_t}(K_t, L_t^e) &= f'(k_t) \\ \frac{\partial F}{\partial L_t^e}(K_t, L_t^e) &= f(k_t) - k_t f'(k_t) \end{aligned} \quad (12)$$

La empresa elige las cantidades de capital y de los distintos tipos de trabajo de tal manera de maximizar la utilidad. Las condiciones de primer orden son:

$$\begin{aligned} \frac{\partial F}{\partial K_t}(K_t, L_t^e) &= f'(k_t) = r_t + \delta \\ \frac{\partial F}{\partial L_t^e}(K_t, L_t^e) h_{s,i,g,t} &= [f(k_t) - k_t f'(k_t)] h_{s,i,g,t} = W_{s,i,g,t} \end{aligned} \quad (13)$$

donde  $r_t$  es la tasa de interés real y  $\delta$  es la tasa de depreciación del capital.

El supuesto de una economía pequeña y abierta, con arbitraje en las tasas de interés, implica que la tasa de interés real interna es igual a la externa:  $r_t = r_t^*$ . Utilizando esta igualdad en las condiciones de primer orden de las empresas, concluimos que la relación capital-trabajo "eficiente" queda determinada por la tasa de interés internacional, la tasa de depreciación del capital y la tecnología:

$$f'(k_t) = r_t^* + \delta \quad (14)$$

La segunda condición de primer orden de las empresas (segunda línea en (13)), sólo podrá verificarse si el costo del trabajo resulta ser:

$$\left[ f(f^{t-1}(r_t^* + \delta)) - f^{t-1}(r_t^* + \delta) f'(f^{t-1}(r_t^* + \delta)) \right] h_{s,i,g,t} = W_{s,i,g,t} \quad (15)$$

lo cual escapa evidentemente al control de la empresa. No obstante, esta condición debe verificarse para que exista un equilibrio del mercado de trabajo en que el trabajo de tipo  $(s,i,g)$  sea empleado en  $t$ . Si el lado izquierdo de (15) fuera superior al derecho, las empresas demandarían cantidades ilimitadas del tipo de trabajo en cuestión, con lo cual habría un exceso de demanda en este segmento del mercado de trabajo. Si, por el contrario, el lado izquierdo fuera inferior al derecho, las empresas no demandarían este tipo de trabajo al costo  $W_{s,i,g,t}$ , con lo cual habría un exceso de oferta. Por lo tanto, la ecuación (15) puede interpretarse como una condición de equilibrio en el mercado de trabajo, que determina el costo del trabajo para la empresa en equilibrio.

La condición de equilibrio en el mercado de trabajo (15) implica que el costo del trabajo en equilibrio es una función de la tasa de interés internacional, la tasa de depreciación del capital y la tecnología. Cabe destacar que, según este resultado, el costo del trabajo no depende, por ejemplo, de las tasas de aportes a la seguridad social. Las variaciones en las tasas de aportes se reflejarán enteramente en variaciones del salario cobrado por el trabajador. Para entender estos resultados y valorar su significación, conviene observar que el lado izquierdo de la ecuación (15) es el producto marginal del trabajo o, lo que es lo mismo, la demanda de trabajo de la empresa evaluada en la relación capital/trabajo óptima. Como surge de esta ecuación, el producto marginal del trabajo no depende del nivel de empleo, es decir que la curva de demanda de trabajo resulta "horizontal" en el plano empleo-costo de la mano de obra. En estas condiciones, los impuestos al trabajo afectan exclusivamente al salario que recibe el trabajador. Este resultado deriva directamente de haber supuesto rendimientos constantes a escala y perfecta movilidad del capital. Puede argumentarse que, en el corto plazo al menos, el capital es menos que perfectamente móvil o que se ajusta con lentitud. Se obtiene entonces una curva de demanda de trabajo de corto plazo con pendiente negativa. Si además la curva de oferta de trabajo tiene pendiente positiva menor a infinito, entonces los impuestos al trabajo se reflejan parcial y transitoriamente en el costo del trabajo: un aumento de los aportes provoca en el corto plazo un aumento del costo del trabajo y una disminución del salario cobrado por el trabajador. Posteriormente, a medida que se reduce el stock de capital, la curva de demanda de trabajo se desplaza hacia la izquierda y el costo del trabajo vuelve a su nivel original, produciéndose una caída adicional del salario que recibe el trabajador. El modelo en su presente versión se ubica directamente en el equilibrio de largo plazo o en una realidad en que la oferta de trabajo es inelástica al salario.

El costo de cada tipo de trabajo debe ser proporcional a su productividad para que todos los tipos sean empleados, dado que los distintos tipos de trabajo son sustitutos perfectos. En otros términos, el costo de una unidad de trabajo eficiente debe ser el mismo en todos los tipos de trabajo empleados. Si un tipo resultara más caro, no se emplearía en absoluto. Formalmente, la ecuación (15) implica que:

$$\frac{W_{s,i,g,t}}{W_{s',i',g',t}} = \frac{h_{s,i,g,t}}{h_{s',i',g',t}} \quad (16)$$

Los factores de productividad  $h$  permiten incorporar un alto grado de heterogeneidad en la fuerza de trabajo y en su remuneración, pero es necesario determinar sus valores y formular hipótesis respecto a su evolución futura. En primer lugar, supusimos que las productividades relativas de hombres y de mujeres, de los distintos niveles de “calificación” y de distintas edades en un mismo año se mantienen constantes en el tiempo:<sup>4</sup>

$$\begin{aligned} \frac{h_{\text{Hombres},i,g,t}}{h_{\text{Mujeres},i,g,t}} &= \frac{h_{\text{Hombres}}}{h_{\text{Mujeres}}} && ; \forall i, g, t \\ \frac{h_{s,i,g,t}}{h_{s,i',g,t}} &= \frac{h_i}{h_{i'}} && ; \forall s, i, g, t \\ \frac{h_{s,i,g,t}}{h_{s,i,g',t}} &= \frac{h_{s,i,t-e,t}}{h_{s,i,t-e',t}} = \frac{h_{t-e,t}}{h_{t-e',t}} && ; \forall s, i, g, t \end{aligned} \quad (17)$$

Estas relaciones fueron estimadas en base a las remuneraciones salariales en la encuesta de hogares y a información de la unidad de historia laboral del BPS (ver Forteza et al. 1999).

En segundo lugar, suponemos que los factores de productividad crecen a una tasa igual para ambos sexos, para todos los niveles de calificación y edades. Esa tasa puede variar a lo largo del tiempo, pero en todo caso es una variable exógena en el modelo.

$$\frac{h_{s,i,t-e,t} - h_{s,i,t-1-e,t-1}}{h_{s,i,t-1-e,t-1}} = \hat{h}_t \quad (18)$$

lo cual puede escribirse también como:

$$\frac{h_{s,i,g,t} - h_{s,i,g-1,t-1}}{h_{s,i,g-1,t-1}} = \hat{h}_t$$

Estos supuestos implican que el costo del trabajo crece a la tasa  $\hat{h}$ , igual para todos. En efecto, de (14) y (13) se deduce que:

---

<sup>4</sup> Conviene observar que, con estos supuestos, la relación de productividades entre distintas edades en distintos momentos del tiempo será en general variable.

$$\frac{W_{s,i,t+1-e,t+1}}{W_{s,i,t-e,t}} = \frac{h_{s,i,t+1-e,t+1}}{h_{s,i,t-e,t}} = (1 + \hat{h}_{t+1}) \quad (19)$$

También podemos determinar la evolución del costo del trabajo a lo largo del tiempo para una generación:

$$W_{g,t} = \frac{W_{g+1,t+1}}{W_{g,t+1}} \frac{W_{g,t+1}}{W_{g+1,t+1}} W_{g,t}$$

$$W_{g,t} = \frac{W_{g+1,t+1}}{W_{g,t+1}} \frac{W_{g,t}}{W_{g+1,t+1}} W_{g,t+1}$$

usando (16) y (19):

$$W_{g,t} = \frac{h_{g+1,t+1}}{h_{g,t+1}} \frac{1}{1 + \hat{h}_{t+1}} W_{g,t+1}$$

$$W_{g,t+1} = (1 + \hat{h}_{t+1}) \frac{h_{g,t+1}}{h_{g+1,t+1}} W_{g,t}$$

(20)

### 2.3 *El gobierno y el sistema público de seguridad social*

Presentamos en esta sección una descripción macro del bloque gobierno-seguridad social pilar de solidaridad intergeneracional. Ponemos el énfasis aquí en la presentación de la restricción presupuestal de este sector y su relación con los restantes sectores de la economía, lo cual es imprescindible para el "cierre" del modelo que realizamos en la sección 2.5. Los detalles microeconómicos de la seguridad social se presentan en la sección 3.

No existe en Uruguay una separación contable nítida entre el pilar de reparto de la seguridad social y el resto del gobierno. Esta situación se manifiesta, en primer lugar, en que hay estimaciones diversas del déficit de la seguridad social derivadas de la existencia de más de un criterio para definir los recursos "propios" de la seguridad social (Michélin, 1995; Masoller y Rial, 1997; Camacho, 1997). En segundo lugar, la administración central realiza transferencias sistemáticas a la seguridad social para cubrir los déficit del pilar de reparto. Estas transferencias no generan deuda, sino que constituyen una "asistencia financiera". Por esta razón, hemos definido en el modelo un bloque único para el gobierno y la seguridad social en su pilar de reparto. De todos modos, distinguimos en las

transferencias que se producen entre las familias y este sector, aquellas que son propias del pilar de reparto de la seguridad social de las restantes.

La restricción presupuestal del gobierno en  $t$  es:

$$A_{t+1}^G = (1 + r_t)A_t^G + \tau_t^G + \tau_t^{SI} - C_t^G \quad (21)$$

donde:

$A_t^G$  = activos netos del gobierno (= activos físicos del gobierno + derechos contra otros agentes - deuda pública)

$\tau_t^G$  = transferencias netas de las familias y empresas al gobierno

$\tau_t^{SI}$  = transferencias netas de las familias y empresas al pilar de solidaridad intergeneracional de la seguridad social.

$C_t^G$  = consumo público

El total de transferencias netas *al* gobierno y *al* pilar de solidaridad intergeneracional de la seguridad social se obtiene por agregación de las transferencias *desde* las familias individuales:

$$\begin{aligned} \tau_t^G &= \sum_{s,i,g} \tau_{s,i,g,t}^G N_{s,i,g,t} \\ \tau_t^{SI} &= \sum_{s,i,g} \tau_{s,i,g,t}^{SI} N_{s,i,g,t} \end{aligned} \quad (22)$$

En la presente versión del modelo, incluimos la contribución para el financiamiento de la seguridad social (COFIS) entre las transferencias que realizan las familias "al gobierno". Hemos fusionado el COFIS y el IVA, que aparecen representados por la tasa  $IVA_t$  introducida en la ecuación (2). Por lo tanto, la decisión del gobierno de introducir el COFIS se representa en el modelo como un aumento de la tasa  $IVA_t$  a partir del 2001. Este tratamiento se debe a que ambos impuestos son económicamente muy similares y, por lo tanto, no parece necesario introducir una variable adicional para incorporar los efectos del COFIS. Por otra parte, en caso de existir interés, por ejemplo, para calcular un déficit "de la seguridad social", puede calcularse directamente qué parte del agregado corresponde al COFIS y qué parte corresponde al IVA. Por el momento, no realizamos otras distinciones entre las transferencias al gobierno, por lo cual todas las transferencias entre las familias y el gobierno que no son IVA ni COFIS quedan agregadas en la categoría "otras" ( $\tau^{otras}$ ). En consecuencia, las transferencias al gobierno del individuo  $(s,i,g)$  en  $t$  pueden escribirse como:

$$\tau_{s,i,g,t}^G = IVA_t C_{s,i,g,t} + \tau_{s,i,g,t}^{otras}$$

Describimos en detalle las transferencias de las familias y empresas al pilar de solidaridad intergeneracional en la sección 3.

El ahorro público es igual a:

$$AhPub_t = A_{t+1}^G - A_t^G \quad (23)$$

El déficit global del gobierno:

$$Déficit_t = I_t^G + C_t^G - \tau_t^G - \tau_t^{SI} - rA_t^G = I_t^G - (A_{t+1}^G - A_t^G) = I_t^G - AhPub_t \quad (24)$$

donde  $I_t^G$  es la inversión del gobierno.

El déficit primario es:

$$Déficit\ primario_t = I_t^G + C_t^G - \tau_t^G - \tau_t^{SI}$$

#### 2.4 Los fondos de ahorro previsional

Los fondos de ahorro previsional creados por la ley 16.713 acumulan el ahorro obligatorio de las familias. Su restricción presupuestal es:

$$\tau_t^{AI} + r_t A_t^{AI} - C_t^{AI} = A_{t+1}^{AI} - A_t^{AI} \quad (25)$$

donde:

$A_t^{AI}$  = activos netos en poder de las administradoras de fondos de ahorro previsional (AFAP)

$C_t^{AI}$  = consumo de las AFAPs.

$\tau_t^{AI}$  = transferencias netas de las familias y empresas a los fondos de ahorro previsional

El consumo de las AFAPs corresponde a sus gastos operativos (análogo al consumo público) y lo estimamos a partir de las comisiones cobradas.

Las transferencias netas de las familias a los fondos de ahorro previsional se obtienen por agregación:

$$\tau_t^{FP} = \sum_{s,i,g} \tau_{s,i,g,t}^{FP} N_{s,i,g,t} \quad (26)$$

La ecuación (25) nos permite determinar los activos acumulados en las AFAPs, partiendo de que el stock al inicio del año 1996 es cero.

Definimos el *ahorro obligatorio* de las familias o ahorro en las AFAPs como el cambio en los activos netos acumulados en los fondos de ahorro previsional. El ahorro total de las familias es la suma de sus ahorros voluntario y obligatorio.

## 2.5 El equilibrio general

Determinamos el producto bruto interno en equilibrio usando las ecuaciones (11) y (14):

$$Y_t = L_t^e f\left(f^{t-1}\left(r_t^* + \delta\right)\right)$$

En la medida en que la tasa de interés no tenga una tendencia, la tasa de crecimiento del producto a largo plazo estará determinada por la tasa de crecimiento del trabajo "eficiente" o, lo que es lo mismo, por la suma de las tasas de crecimiento de la población económicamente activa y de la productividad del trabajo.

La inversión bruta interna resulta, usando (9) y (13):

$$I_t = K_{t+1} - (1 - \delta)K_t = L_{t+1}^e k_{t+1} - (1 - \delta)L_t^e k_t = L_{t+1}^e f^{t-1}\left(r_{t+1}^* + \delta\right) - (1 - \delta)L_t^e f^{t-1}\left(r_t^* + \delta\right)$$

El ahorro y la inversión mundiales deben ser iguales en el equilibrio general:

$$(A_{t+1} - A_t) + (A_{t+1}^G - A_t^G) + (A_{t+1}^{AI} - A_t^{AI}) + (A_{t+1}^* - A_t^*) = I_t + I_t^* - D_t - D_t^* \quad (27)$$

donde el asterisco indica que se trata del sector "resto del mundo" y  $D_t$  es la depreciación del capital.

Es posible demostrar a partir de (27), que la suma del ahorro voluntario de las familias, del gobierno y en AFAPs es igual al ahorro neto nacional ( $ANN_t$ ), tal como se define normalmente en las cuentas nacionales:

$$ANN_t = (A_{t+1} - A_t) + (A_{t+1}^G - A_t^G) + (A_{t+1}^{AI} - A_t^{AI}) \quad (28)$$

Por un lado, de acuerdo con el manual de cuentas nacionales de las Naciones Unidas (Naciones Unidas 199 ), los préstamos netos al resto del mundo ( $PRN_t$ ) pueden escribirse como:

$$PRN_t = I_t^* - D_t^* - (A_{t+1}^* - A_t^*) \quad (29)$$

Por otro lado, la inversión bruta interna es igual al ahorro neto nacional más la depreciación del capital menos los préstamos netos al resto del mundo:

$$ANN_t + D_t - PRN_t = I_t \quad (30)$$

La ecuación (28) se deduce entonces de (27), (29) y (30).

### 3 La seguridad social "en detalle"

La versión actual del modelo analiza el sistema IVS. Los trabajadores realizan contribuciones durante su vida activa y reciben prestaciones principalmente durante la etapa de pasividad. A su vez, dentro de estas últimas, estimamos las jubilaciones por causal común y las pensiones de sobrevivencia. No estimamos jubilaciones por invalidez, por edad avanzada, ni pensiones a la vejez, debido a su menor significación cuantitativa. Obviamente, esto no significa desconocer la importancia de estas prestaciones en términos de seguridad social.

El modelo tiene un bloque para el sistema previo a la reforma y otro para el sistema reformado. El análisis del sistema previo tiene interés tanto para la comparación de resultados como para la identificación de un punto de partida adecuado para el nuevo régimen.

#### 3.1 El régimen anterior a la reforma

Este régimen se aplica a todos los trabajadores pertenecientes a las afiliaciones de Industria y Comercio, Civil y Escolar, Rurales y Domésticos hasta. A partir de entonces, siguen amparados por estas normas quienes estaban ya percibiendo beneficios jubilatorios y quienes habían adquirido el derecho al retiro, aunque no lo hubieran ejercido todavía.

El trabajador y la empresa aportan a la seguridad social mientras el trabajador está ocupado y no evade. Recibe beneficios jubilatorios posteriormente si, habiendo configurado causal jubilatoria, decide retirarse. La causal jubilatoria o derecho a percibir una jubilación se configura a partir de la edad y los años de servicio reconocidos. Los años de servicio se calculan como:

$$SERV_{s,i,g,t} = \sum_{t' \leq t} (1 - D_{s,i,g,t'}) \quad (31)$$

Se configura causal jubilatoria cuando el trabajador alcanza la edad mínima de jubilación  $EMJra_s$  y los años de servicio mínimos  $SERVMra_{s,i,g}$ . Definimos la variable ficticia "causal jubilatoria"  $CJra_{s,i,g,t}$ , que adopta valor 1 cuando el individuo tiene generada la causal y cero cuando no la tiene, como:

$$CJra_{s,i,g,t} \begin{cases} = 1, & \text{si: a) } t - g \geq EMJra_s; \text{ y b) } SERV_{s,i,g,t} \geq SERVMra_{s,i,g} \\ = 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (32)$$

Esta variable ficticia nos permite definir formalmente el conjunto de trabajadores que están amparados por el régimen anterior a la reforma de 1995 del siguiente modo:

$$RA = \{(s, i, g) | CJra_{s,i,g,1996} = 1\}$$

Cabe mencionar que, en la práctica, el sistema público uruguayo de seguridad social parece haber otorgado muchas jubilaciones a individuos que no habían acumulado los años de servicio legalmente exigidos (Camacho 1997, Forteza 1999, entre otros). El modelo permite simular los efectos de estos desvíos utilizando valores de  $SERVMra_{s,i,g}$  menores a los que fijaban las normas.

El trabajador se jubila efectivamente en el primer período en que declara que ha dejado de trabajar ( $D_{s,i,g,t} = 1$ ), después de configurada la causal jubilatoria ( $CJra_{s,i,g,t} = 1$ ). Es decir que se jubila en el período  $TJra_{s,i,g}$  tal que:

$$TJra_{s,i,g} = \text{Mínimo}\{t | CJra_{s,i,g,t} = D_{s,i,g,t} = 1\}$$

$TJra_{s,i,g}$  es el primer año en que el trabajador recibe una jubilación.

Las transferencias netas que realiza el individuo a la seguridad social en el régimen anterior a la reforma de 1995 son:

$$\tau_{s,i,g,t}^{SI} = (1 - D_{s,i,g,t}) (PATra + PERra) WB_{s,i,g,t} - D_{s,i,g,t} CJra_{s,i,g,t} JUBra_{s,i,g,t}$$

$$WB_{s,i,g,t} = \frac{W_{s,i,g,t}}{1 + (1 - D_{s,i,g,t}) PATra} ; \quad (s, i, g) \in RA \quad (33)$$

El trabajador y la empresa aportan a la seguridad social, si el individuo declara estar activo, es decir si ha elegido  $D_{s,i,g,t} = 0$ . Los aportes se calculan multiplicando las tasas de aportes patronales y personales ( $PATra + PERra$ ) por el salario bruto  $WB_{s,i,g,t}$ .<sup>5</sup> El salario bruto de un trabajador que declara su actividad laboral a la seguridad social es igual al costo del trabajo

<sup>5</sup> Incluimos los aportes patronales entre las transferencias que realizan los trabajadores porque en la restricción presupuestal del trabajador hemos incluido el costo del trabajo que tiene incorporado el aporte patronal. Hubiera sido equivalente poner los salarios brutos en la restricción presupuestal del trabajador e incluir solamente los aportes personales en las transferencias a la seguridad social. No obstante, preferimos la presentación con costo del trabajo porque permite visualizar más directamente el efecto de la evasión en el salario bruto.

para la empresa dividido por uno más la tasa de aportes patronales a la seguridad social *PATra*.<sup>6</sup> El trabajador recibe beneficios jubilatorios  $JUBra_{s,i,g,t}$  cuando se retira, es decir cuando ha configurado causal jubilatoria y declara no trabajar. Los aportes están precedidos de un signo más y los beneficios jubilatorios están precedidos de un signo menos en la ecuación (33) porque la variable  $\tau$  representa las transferencias netas *desde* las familias.

La prestación inicial se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$JUBra_{s,i,g,t} = \text{Max}\{0,85SMIN_t, \text{Min}\{7SMIN_t, TREra_{s,g,t}SBJra_{s,i,g}\}\}PS_s ; t = TJra_{s,i,g}$$

$$PS_s = \begin{cases} 1 & , \text{ si } s = \text{mujeres} \\ 1,478 & , \text{ si } s = \text{hombres} \end{cases}$$

(34)

Los beneficios jubilatorios *JUBra* incluyen las jubilaciones y las pensiones de sobrevivencia. En la versión actual del modelo, registramos las pensiones de sobrevivencia como una prestación a los hombres y las calculamos como una proporción constante de sus jubilaciones. Estimamos esta proporción en 47,8 por ciento, a partir de información del BPS correspondiente a 1995.<sup>7</sup> El factor  $PS_s$  realiza esta operación. La jubilación propiamente dicha (sin pensiones) tiene un mínimo igual al 85 por ciento del salario mínimo nacional ( $SMIN_t$ ) y un máximo igual a siete salarios mínimos nacionales. Entre estos límites, se calcula como una tasa de reemplazo ( $TREra_{s,g,t}$ ), también llamada “asignación de jubilación”, multiplicada por el salario básico jubilatorio ( $SBJra_{s,i,g}$ ).

La tasa de reemplazo en el régimen anterior a la reforma de 1995 varía entre 60 y 80 por ciento, dependiendo del sexo, la edad y los años de servicio. El cuadro 1 presenta algunos ejemplos de las tasas vigentes en 1995, inmediatamente antes de iniciarse la reforma.

---

<sup>6</sup> Como surge de la expresión algebraica, llamamos salario bruto a lo que en la jerga de la administración suele llamarse “salario nominal”. Preferimos la denominación “bruto” para evitar confusiones con el concepto económico de salario nominal, como opuesto a salario real. Todos los salarios considerados en este modelo son salarios reales.

<sup>7</sup> Una simplificación similar fue utilizada en varios trabajos previos: Michelín 1995, Masoller y Rial 1997, Camacho 1997, Mainzer 1997.

Cuadro 1: Tasas de reemplazo antes de la reforma (ejemplos)					
Hombres			Mujeres		
Edad de jubilación	Años de servicio	Tasa de reemplazo	Edad de jubilación	Años de servicio	Tasa de reemplazo
60	30	60	55	30	65
60	35	65	55	35	70
60	40	70	60	35	75
65	40	75	65	35	80
70	40	80			

Fuente: BPS, Asesoría Económica y Actuarial, Boletín estadístico 42.

Las tasas de reemplazo del cuadro 1 no pueden aplicarse directamente en el caso de los individuos que se jubilaron sin haber cumplido con los años de servicio mínimos legales. Tampoco existe información que permita determinar qué tasas de reemplazo se asignaron a estos jubilados. Para estos casos, podemos simular el modelo con diversas tasas de reemplazo y analizar la sensibilidad de los resultados frente a esta variable.

El salario básico jubilatorio se calcula como el promedio de los tres últimos salarios actualizados por el índice medio de salarios ( $IMS_t$ ):

$$SBJra_{s,i,g} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 WB_{s,i,g,TJra-j} \frac{IMS_{TJra}}{IMS_{TJra-j}}$$

Después del retiro, las jubilaciones y pensiones se actualizan por un índice  $ACTra_t$ , de tal manera que:

$$JUBra_{s,i,g,t} = JUBra_{s,i,g,TJra} ACTra_t / ACTra_{TJra}$$

### 3.2 El régimen de seguridad social posterior a 1995

La ley determina un tratamiento diferente para los menores y para los mayores de 40 años al 1 de abril de 1996. Los trabajadores activos mayores de 40 (y sin causal jubilatoria al 31 de diciembre de 1996) se mantienen, en principio, en un sistema de reparto puro -aunque con importantes cambios respecto al régimen anterior- denominado régimen de transición. Son los menores de 40 los que obligatoriamente pasan al régimen mixto. Sin perjuicio de lo anterior, la ley dio a los mayores de 40 la opción de pasarse al régimen mixto, opción que podían ejercer hasta el 31 de diciembre de 1996 y que, una vez realizada, es irreversible (artículos 64 y 65 de la ley 16.713).

#### 3.2.1 El régimen de transición

Están amparados por este régimen los trabajadores que (a) no habían configurado causal jubilatoria el 31 de diciembre de 1996, (b) tenían 40 años o más el 1 de abril de 1996 y (c) no hicieron la opción por el régimen mixto. En nuestro modelo, los individuos amparados por el régimen de transición quedan definidos por el siguiente conjunto:

$$TRAN = \{(s, i, g) \mid (CJra_{s,i,g,1996} = 0), (1996 - g \geq 40), (OPmix_{s,i,g,1996} = 0)\};$$

La variable ficticia  $OPmix_{s,i,g,1996}$  adopta el valor 1 si el individuo optó por el régimen mixto en 1996 y cero si no lo hizo. Tratamos esta variable como exógena, pero asignamos sus valores teniendo en cuenta información del BPS relativa a los atributos de quienes optaron.

Al igual que en el régimen anterior a la reforma, la causal jubilatoria se configura cuando el trabajador ha superado la edad mínima jubilatoria ( $EMJrn$ ) y ha cumplido con los años de servicio mínimos ( $SERVMrn$ ):

$$CJrn_{s,i,g,t} \begin{cases} = 1, & \text{si: a) } t - g \geq EMJrn; \text{ y b) } SERV_{s,i,g,t} \geq SERVMrn \\ = 0, & \text{en caso contrario.} \end{cases} \quad (35)$$

donde  $SERV_{s,i,g,t}$  se calcula según (31). Las edades mínimas de jubilación y los años de servicio mínimos son iguales en el nuevo régimen para ambos sexos. La edad de jubilación mínima es 60, lo cual significó un aumento para las mujeres, dado que en el régimen anterior su edad mínima de jubilación era 55 años. Los años de servicio mínimos aumentaron de 30 en el régimen anterior a 35 en el nuevo régimen. Debido a la instrumentación de los registros de historia laboral, se espera que en el nuevo régimen de seguridad social se verifiquen las disposiciones legales en cuanto a la exigencia de años de servicio para acceder a la jubilación.

El trabajador se jubila en el período  $TJtran_{s,i,g}$  tal que:

$$TJtran_{s,i,g} = \text{Mínimo} \left\{ t \mid CJrn_{s,i,g,t} = D_{s,i,g,t} = 1, (s, i, g) \in TRAN \right\}$$

Las transferencias netas que realiza el individuo a la seguridad social en el régimen de transición son:

$$\tau_{s,i,g,t}^{SI} = (1 - D_{s,i,g,t}) (PATrn + PERrn) WB_{s,i,g,t} - D_{s,i,g,t} CJrn_{s,i,g,t} JUBtran_{s,i,g,t};$$

$$WB_{s,i,g,t} = \frac{W_{s,i,g,t}}{1 + (1 - D_{s,i,g,t}) PATrn} \quad ; \quad (s, i, g) \in TRAN$$

La prestación inicial se calcula en base a la siguiente fórmula:

$$JUBrn_{s,i,g,t} = \text{Max} \left\{ JUBMINtran_{g,t}, \text{Min} \left\{ JUBMAXtran_t, TRErn_{s,g,t} SBJtra_{s,i,g} \right\} \right\} PS_s ;$$

$$t = TJtran_{s,i,g}; (s, i, g) \in TRAN$$

El factor  $PS_s$  definido en la ecuación (34) permite incorporar las pensiones de sobrevivencia como una proporción de las jubilaciones de los hombres. Las variables  $JUBMINtran_{g,t}$  y  $JUBMAXtran_t$  son la jubilación mínima y máxima fijadas en los artículos 75 y 76 de la ley

16.713, respectivamente. El artículo 75 establece valores diferentes de la jubilación mínima dependiendo del año de la jubilación y de la edad del trabajador. La jubilación máxima fijada en el artículo 76 es una función del año en que el trabajador se jubila.

Las tasas de reemplazo en el nuevo régimen varían entre 50 y 82,5 por ciento y son función de la edad de retiro y de los años de servicio. Se calculan en base a la siguiente fórmula:

$$TRErn_{s,i,g,t} = \begin{cases} 0.5 + 0.02(TJtran_{s,i,g} - g - 60) + 0.01(SERV_{s,i,g,t} - 35), & \text{si } 24 < (TJtran_{s,i,g} - g - SERV_{s,i,g,t}) \\ 0.505 + 0.03(TJtran_{s,i,g} - g - 60) + 0.005(SERV_{s,i,g,t} - 36 - TJtran_{s,i,g} + g + 60), & \text{si } 21 < (TJtran_{s,i,g} - g - SERV_{s,i,g,t}) \leq 24 \\ 0.525 + 0.03(TJtran_{s,i,g} - g - 60), & \text{si } (TJtran_{s,i,g} - g - SERV_{s,i,g,t}) \leq 21 \end{cases}$$

El salario básico jubilatorio se calcula considerando los promedios salariales en los últimos 10 años de actividad y en los 20 “mejores”, en ambos casos actualizando los salarios del trabajador por el índice medio de salarios. Llamamos  $Mejor20_{s,i,g}$  al conjunto de los 20 años que arrojan mayor promedio salarial descontado para el trabajador  $(s,i,g)$ . El salario básico jubilatorio en el régimen de transición se estima con la siguiente fórmula:<sup>8</sup>

$$SBJtra_{s,i,g} = \text{Max}[SBJtra(20)_{s,i,g}, \text{Min}(SBJtra(10)_{s,i,g}, 1.05 SBJtra(20)_{s,i,g})]$$

donde:

$$SBJtra(10)_{s,i,g} = \frac{1}{10} \sum_{j=1}^{j=10} WB_{s,i,g,TJtra_{s,i,g}-j} \frac{IMS_{TJtra_{s,i,g}}}{IMS_{TJtra_{s,i,g}-j}}$$

$$SBJtra(20)_{s,i,g} = \frac{1}{20} \sum_{t \in Mejor20_{s,i,g}} WB_{s,i,g,t} \frac{IMS_{TJtra_{s,i,g}}}{IMS_{rn_t}}$$

y donde  $IMS_t$  es el índice medio de salarios en el período t.

Las jubilaciones y pensiones se actualizan en el régimen de transición con el índice medio de salarios:

$$JUBrn_{s,i,g,t} = JUBrn_{s,i,g,TJtra_{s,i,g}} \frac{IMS_t}{IMS_{TJtra_{s,i,g}}}$$

<sup>8</sup> A efectos del cálculo del SBJ en transición, el art 71 establece criterios de gradualidad para la selección del tope al promedio de los 10 últimos años que queda condicionado a los años de vigencia de la historia laboral. Nuestra simplificación fue suponer que no había restricciones de información y se aplicó idéntica forma de cálculo que en el régimen mixto.

### 3.2.2 El régimen mixto

Están amparados por este régimen los trabajadores que: (a) tenían menos de 40 años el 1 de abril de 1996 o (b) teniendo más de 40 años, hicieron la opción por el régimen mixto.<sup>9</sup> Formalmente, pertenecen al régimen mixto los individuos  $(s, i, g) \in MIX$  tales que:

$$\begin{aligned} MIX_{forzoso} &= \{(s, i, g) | 1996 - g < 40\} \\ MIX_{voluntario} &= \{(s, i, g) | 1996 - g \geq 40, OPmix_{s,i,g,1996} = 1\} \\ MIX &= \{MIX_{forzoso}, MIX_{voluntario}\} \end{aligned}$$

El régimen mixto está compuesto por dos pilares, uno de reparto o de “solidaridad intergeneracional” y otro de ahorro individual. En principio, los trabajadores con ingresos inferiores a 5.000 pesos de mayo de 1995 se mantienen exclusivamente en el pilar de reparto. Pero el artículo 8 de la ley 16.713 les otorga la posibilidad de optar por un régimen de aportes a los dos pilares. En la presente versión del modelo, tratamos a la opción por el artículo 8 como una variable exógena. Llamamos  $MIX8SI$  al conjunto de trabajadores que han hecho la opción por el artículo 8 y  $MIX8NO$  al resto de los trabajadores del régimen mixto.

La jubilación tiene lugar simultáneamente en los dos pilares. Las condiciones para adquirir el derecho a la jubilación en el régimen mixto son iguales a las del régimen de transición. Por lo tanto, la expresión (35) se aplica también en el régimen mixto. El trabajador amparado por el régimen mixto se jubila en el período  $TJmix_{s,i,g}$  tal que:

$$TJmix_{s,i,g} = \text{Mínimo} \left\{ t \mid CJrn_{s,i,g,t} = D_{s,i,g,t} = 1, (s, i, g) \in MIX \right\}$$

#### 3.2.2.1 El pilar de reparto o “solidaridad intergeneracional”

Las transferencias netas que realiza el individuo al sistema de seguridad social en el pilar de “solidaridad intergeneracional” son:

$$\begin{aligned} \tau_{s,i,g,t}^{SI} &= (1 - D_{s,i,g,t}) (PATrn_{ACSIPAT_{s,i,g,t}} + PERrn_{ACSIPER_{s,i,g,t}}) - D_{s,i,g,t} CJrn_{s,i,g,t} JUBSI_{s,i,g,t} ; \\ WB_{s,i,g,t} &= \frac{W_{s,i,g,t}}{1 + (1 - D_{s,i,g,t}) PATrn} \quad ; \quad (s, i, g) \in MIX \end{aligned}$$

Los aportes patronales se destinan enteramente al pilar de reparto. Se calculan como una tasa ( $PATrn$ ) multiplicada por las “asignaciones computables” de solidaridad intergeneracional para aportes patronales ( $ACSIPAT$ ), que quedan definidas por la siguiente expresión:

<sup>9</sup> Ley 16.713, Título V y artículos 64 y 65.

$$ACSIPAT_{s,i,g,t} = \begin{cases} WB_{s,i,g,t} & , \text{ si } WB_{s,i,g,t} \leq 15.000 \\ 15.000 & , \text{ si } WB_{s,i,g,t} > 15.000 \end{cases}$$

Los aportes personales se distribuyen entre ambos pilares, según el monto de la “asignaciones computables”. Las asignaciones computables al pilar de solidaridad intergeneracional (*ACSIPER*) dependen de los ingresos salariales y de la opción especial que otorga el artículo 8 de la ley 16.713. Para quienes **no hacen la opción** prevista en el artículo 8, la expresión es: <sup>10</sup>

$$ACSIPER_{s,i,g,t} = \begin{cases} WB_{s,i,g,t} & , \text{ si } WB_{s,i,g,t} < 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} & , \text{ en otro caso} \end{cases} ,$$

$(s,i,g) \in MIX8NO$

Mientras que para quienes **hacen la opción** por el artículo 8:

$$ACSIPER_{s,i,g,t} = \begin{cases} 0,5 WB_{s,i,g,t} & , \text{ si } WB_{s,i,g,t} < 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ WB_{s,i,g,t} - 2.500 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} & , \text{ si } 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} < 7.500 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} & , \text{ si } 7.500 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} \end{cases}$$

$(s,i,g) \in MIX8SI$

La jubilación inicial por solidaridad intergeneracional en el régimen mixto se calcula en base a la siguiente fórmula

$$JUBSI_{s,i,g,t} = \text{Max} \left\{ JUBMIN_{mix_{g,t}} , \text{Min} \left\{ JUBMAX_{mix_t} , TRE_{n_{s,g,t}} SBJ_{mix_{s,i,g}} \right\} \right\} PS_s ;$$

$t = TJ_{mix_{s,i,g}} ; (s,i,g) \in MIX$

La jubilación mínima en el régimen mixto, regulada por el artículo 40 de la ley, coincide con la del régimen de transición a partir del 2003. La jubilación máxima, que en el régimen de transición está regulada por el artículo 76, queda fijada en el régimen mixto en 4.125 pesos de mayo de 1995 (resultante de aplicar la tasa de reemplazo máxima, 82,5%, al máximo salario básico jubilatorio del régimen mixto, 5.000 pesos de mayo de 1995). Las tasas de reemplazo son las mismas que en el régimen de transición.

El salario básico jubilatorio que se utiliza en el régimen mixto para el cálculo de las jubilaciones por el pilar de solidaridad intergeneracional se calcula en base a las siguientes fórmulas:

<sup>10</sup> Con la excepción de quienes, *al inicio* de su incorporación a los regímenes, perciban asignaciones computables entre 5.000 y 7.500, que aportarán en forma análoga a los optantes por el artículo 8 que alcancen esa franja.

$$SBJmix_{s,i,g} = \text{Max} \left[ SBJmix(20)_{s,i,g} ; \text{Min} \left( SBJmix(10)_{s,i,g} ; 1,05 SBJmix(20)_{s,i,g} \right) \right]$$

donde:

$$SBJmix(10)_{s,i,g} = \begin{cases} \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} ACSIPER_{s,i,g,TJmix_{s,i,g}-i} \frac{IMS_{TJmix_{s,i,g}}}{IMS_{TJmix_{s,i,g}-i}}, & (s,i,g) \in MIX8NO \\ \frac{1}{10} \sum_{i=1}^{10} \min \left[ 1,5 ACSIPER_{s,i,g,TJmix_{s,i,g}-i} \frac{IMS_{TJmix_{s,i,g}}}{IMS_{TJmix_{s,i,g}-i}} ; 5.000 \frac{IMS_{TJmix_{s,i,g}}}{IMS_{1995}} \right], & (s,i,g) \in MIX8SI \end{cases}$$

$$SBJmix(20)_{s,i,g} = \begin{cases} \frac{1}{20} \sum_{t \in \text{Mejor}20_{s,i,g}} ACSIPER_{s,i,g,t} \frac{IMS_{TJmix_{s,i,g}}}{IMS_t}, & (s,i,g) \in MIX8NO \\ \frac{1}{20} \sum_{t \in \text{Mejor}20_{s,i,g}} \min \left[ 1,5 ACSIPER_{s,i,g,t} ; 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \right] \frac{IMS_{TJmix_{s,i,g}}}{IMS_t}, & (s,i,g) \in MIX8SI \end{cases}$$

### 3.2.2.2 El pilar de ahorro individual

Las transferencias que realiza el trabajador en este pilar son:

$$\tau_{s,i,g,t}^{AI} = (1 - D_{s,i,g,t}) \left( PERrn_{ACAI_{s,i,g,t}} \right) - D_{s,i,g,t} CJrn_{s,i,g,t} JUBAI_{s,i,g,t} ;$$

$$WB_{s,i,g,t} = \frac{W_{s,i,g,t}}{1 + PATrn} ; \quad (s,i,g) \in MIX$$

Las asignaciones computables para el cálculo de los aportes para el pilar de ahorro individual dependen del nivel de salario y de la opción del artículo 8. Para los trabajadores que no hacen la opción del artículo 8, la fórmula es:

$$ACAI_{s,i,g,t} = \begin{cases} 0, & \text{si } WB_{s,i,g,t} < 5000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ WB_{s,i,g,t} - 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}}, & \text{si } 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} < 15.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ 10.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}}, & \text{si } 15.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} \end{cases}$$

$(s,i,g) \in MIX8NO$

Mientras que para quienes hacen la opción prevista en el artículo 8:

$$ACAI_{s,i,g,t} = \begin{cases} 0,5WB_{s,i,g,t} , & \text{si } WB_{s,i,g,t} < 5000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ 2.500 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} , & \text{si } 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} < 7.500 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ WB_{s,i,g,t} - 5.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} , & \text{si } 7.500 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} < 15.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \\ 10.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} , & \text{si } 15.000 \frac{IMS_t}{IMS_{1995}} \leq WB_{s,i,g,t} \end{cases}$$

$(s, i, g) \in MIX8SI$

La jubilación en el pilar de ahorro individual es una renta vitalicia que el trabajador necesariamente debe adquirir con el fondo acumulado en su cuenta de ahorro individual. El valor acumulado en la cuenta del trabajador  $(s, i, g)$  en el momento  $t$  es:

$$VA_{s,i,g,t} = \sum_{t'=1996}^t \tau_{s,i,g,t'}^{AI} \left( 1 - \frac{COMAFAP}{PERrn} \right) (1 - COMSEG) R_{t',t} , \quad t \geq 1996$$

donde *COMAFAP* incluye las comisiones de las AFAP y el costo del seguro de invalidez o fallecimiento en actividad, *COMSEG* es la comisión de la aseguradora que provee la renta vitalicia y  $R_{t',t}$  es el factor de interés compuesto entre  $t'$  y  $t$ , definido en (4).

Con el valor acumulado en los fondos de pensión, los trabajadores adquieren sus derechos jubilatorios y demás prestaciones (seguro de invalidez, de fallecimiento, pensión, etc.). A los efectos de la simulación, supusimos que la jubilación es la única prestación en el pilar de ahorro individual, aprovechando que el valor presente de las transferencias no depende de la composición concreta de las prestaciones, dada la equidad actuarial de este pilar. Se cumple entonces que:

$$VA_{s,i,g,TJ_{s,i,g}-1} = \sum_{t=TJ_{s,i,g}}^{t=g+em_{s,g}-1} JUBAI_{s,i,g,t} \left( 1 + r_{TJ_{s,i,g}} \right) / R_{TJ_{s,i,g},t} \quad (36)$$

El artículo 60 de la ley establece que la jubilación debe ajustarse periódicamente en base al índice medio de salarios:

$$JUBAI_{s,i,g,t} = JUBAI_{s,i,g,TJ_{s,i,g}} \frac{IMS_t}{IMS_{TJ_{s,i,g}}} , \quad TJ_{s,i,g} \leq t < em_{s,g} \quad (37)$$

La jubilación inicial puede calcularse sustituyendo (37) en (36):

$$JUBAI_{s,i,g,TJ} = \frac{VA_{s,i,g,TJ_{s,i,g}-1}}{\sum_{t=TJ_{s,i,g}}^{t=g+em_{s,g}-1} \frac{IMS_t}{(IMS_{TJ} R_{TJ_{s,i,g},t})}}$$

y luego se obtiene la jubilación de los años siguientes volviendo a sustituir en (37).

## 4 Síntesis

El objetivo de este documento es presentar el modelo macroeconómico utilizado para la realización de simulaciones del sistema uruguayo de seguridad social cubierto por el Banco de Previsión Social. Se trata de una variante de los modelos de generaciones superpuestas que han sido ampliamente utilizados para el estudio de la política fiscal en general y de la seguridad social en particular (Auerbach y Kotlikoff, 1987; Falkingham y Johnson, 1993; Obstfeld y Rogoff, 1996, entre otros). El esfuerzo de modelización consistió en adaptar el modelo general a las particulares condiciones del Uruguay.

El modelo considera una economía pequeña y abierta en lo comercial y en lo financiero. Como es usual en este tipo de análisis, suponemos que los mercados de capitales operan eficientemente, por lo cual los agentes no están racionados en crédito y la tasa de interés interna arbitra con la internacional. El supuesto de que la economía es pequeña implica entonces que la tasa de interés real interna viene determinada desde el exterior, es decir que podemos tratar a la tasa de interés como una variable exógena.

Las empresas combinan trabajo y capital de tal modo de maximizar utilidades. La tasa de interés internacional y las características tecnológicas determinan la relación capital/trabajo óptima. A su vez, la relación capital/trabajo y la tecnología determinan el gasto en salarios que las empresas están dispuestas a realizar. Dado que la tasa de interés es exógena y que la seguridad social no incide directamente sobre la tecnología de producción, los costos salariales para la empresa resultan también insensibles a la seguridad social. Los cambios en las tasas de aporte se reflejan enteramente en cambios en el salario que percibe el trabajador.

La inversión interna está ligada a la evolución de las tasas de interés internacionales, la tecnología y el crecimiento de la oferta de mano de obra en el país. La política de seguridad social puede afectar la inversión en la medida en que afecte la oferta de mano de obra. Esto puede ocurrir, por ejemplo, a través de su efecto sobre la edad de retiro.

Consideramos individuos que deciden cuánto consumir, cuánto trabajar y si declarar o no su actividad a la seguridad social a lo largo de toda su vida adulta. Eligen senderos de estas tres variables que, respetando sus restricciones presupuestales y de tiempo, les permiten maximizar su bienestar. Suponemos que son racionales y que están bien informados respecto a la política fiscal en general y de seguridad social en particular, es decir que no cometen errores sistemáticos. Si las familias no son totalmente miopes, no sólo los cambios contemporáneos en los aportes y en las prestaciones de la seguridad social inciden sobre el consumo y el ahorro. Las *percepciones* que las familias tengan de los valores futuros de estas transferencias también afectan la decisión sobre el ahorro de hoy. La hipótesis de racionalidad nos permite darle un valor a esas percepciones, a la vez que nos lleva a

concentrarnos en el estudio de los efectos que tendría la política de seguridad social si las familias no se equivocaran en forma sistemática.

Aún en este escenario muy estilizado, la política de seguridad social tiene efectos macroeconómicos complejos. La seguridad social afecta en forma diferente a distintos individuos, según la generación a la que pertenezcan, el sexo, el nivel de ingresos y el sector de actividad. El análisis de los efectos macroeconómicos de la seguridad social requiere entonces de un análisis previo de los efectos individuales en un número considerable de casos distintos. En la versión actual del modelo, coexisten aproximadamente 600 tipos distintos de individuos en cada momento.

El "cierre" del modelo se realiza igualando el ahorro y la inversión mundiales. El ahorro nacional se obtiene por agregación de los ahorros (voluntarios) de las familias, del ahorro en los fondos de pensión y del ahorro público (incluyendo el ahorro que pudiera generarse en el pilar de reparto). Siendo la economía doméstica pequeña y abierta, el ahorro y la inversión del resto del mundo cierran la brecha que pueda existir entre el ahorro nacional y la inversión interna. En otros términos, el resto del mundo financia el saldo en cuenta corriente de la balanza de pagos, que es igual a la diferencia entre el ahorro nacional y la inversión interna.

## 5 Referencias

- Auerbach, Alan y Laurence Kotlikoff, 1987, **Dynamic Fiscal Policy**, Cambridge University Press, 196p.
- Banco de Previsión Social, Asesoría Económica y Actuarial, **Boletín Estadístico**, varios números.
- Banco de Previsión Social, Asesoría Económica y Actuarial, **Indicadores de la Seguridad Social**, varios números.
- Banco de Previsión Social, ILSS; 1996, **Ley N° 16.713 modificativas y decretos reglamentarios con índice temático y analítico**, Uruguay.
- Barro, Robert, 1974, Are government bonds net wealth?, **Journal of Political Economy** 82(6), 1095-1117.
- Camacho, Luis, 1997, **Elementos generales del financiamiento del nuevo sistema previsional uruguayo**, BPS, Uruguay.
- Falkingham, J. y P. Johnson, 1993, The life-cycle distributional consequences of pay-as-you-go and funded pension systems. **Policy Research Working Papers WPS 1200**. Washington, D.C., World Bank.

- Forteza, A., 1999, Un modelo de simulación de la reforma de la seguridad social en Uruguay, en: Forteza (editor), La reforma de la seguridad social en Uruguay: efectos macroeconómicos y mercados de capitales. Departamento de Economía, Facultad de Ciencias Sociales, Universidad de la República. Uruguay.
- Mainzer, Bárbara, 1997, **La situación financiera del BPS antes y después de la reforma: una proyección de largo plazo.** Monografía de la FCEA, Universidad de la República, Uruguay.
- Masoller, Andrés e Isabel Rial, 1997, **Impacto de la reforma previsional sobre el déficit del BPS: proyecciones de mediano y largo plazo.** BCU, Uruguay.
- Michelín, Gustavo, 1995, **Cambio hacia un régimen mixto de seguridad social en el Uruguay, mimeo,** Uruguay.
- United Nations, Department of Economics and Social Information, 1993, System of National Accounts 1993, ST/ESA/STAT/SER.F/2/REV4, Washington D.C.
- Obstfeld, M. and K. Rogoff, 1996, **Foundations of International Macroeconomics,** The MIT Press

## 6 Anexo: Lista de variables y parámetros

$A_{s,i,g,t}$	Activos netos del individuo, <i>excluidos</i> los fondos de ahorro previsional.
$A_t^{AI}$	Activos netos en poder de las administradoras de fondos de ahorro previsional (AFAP)
$ACSIPAT$	Asignaciones computables de solidaridad intergeneracional para los aportes patronales
$ACSIPER$	Asignaciones computables de solidaridad intergeneracional para los aportes personales
$ACTra_t$	Actualizador de las jubilaciones y pensiones en el régimen anterior
$A_t^G$	Activos netos del gobierno (= activos físicos del gobierno + derechos contra otros agentes - deuda pública)
$AhPub_t$	Ahorro público
$ANN_t$	Ahorro nacional neto
$C_t^{AI}$	Consumo de las AFAPs.
$C_t^G$	Consumo público
$CJra_{s,i,g,t}$	Causal jubilatoria en el régimen anterior a la reforma
$COMAFAP$	Comisión de la AFAP y costo del seguro de invalidez
$COMSEG$	Comisión de la aseguradora
$Cot_{s,i,g,t}$	Número de cotizantes al BPS
$C_{s,i,g,t}$	Consumo per cápita
$D_{s,i,g,t}$	Variable binaria que adopta el valor 1 si el individuo declara a la seguridad social que está inactivo y 0 en el caso contrario.
$Déficit_t$	Déficit del gobierno
$D_t$	Depreciación del capital
$EMJra_s$	Edad de jubilación mínima en el régimen anterior a la reforma
$em_{s,g}$	Edad de muerte del trabajador de sexo s y generación g
$h_{s,i,g,t}$	Factores de productividad
$I_t^G$	Inversión del gobierno
$IMS_t$	Índice medio de salarios
$I_t$	Inversión Bruta Interna
$IVA_t$	Suma de las tasas del impuesto al valor agregado y del COFIS
$IVA_t$	suma de las tasas del impuesto al valor agregado y de la contribución al financiamiento de la seguridad social en t.
$JUBAI_{s,i,g,t}$	Jubilación por ahorro individual
$JUBMAXtran_t$	Jubilación máxima del régimen de transición
$JUBMINtran_{g,t}$	Jubilación mínima del régimen de transición
$JUBra_{s,i,g,t}$	Jubilación en el régimen anterior a la reforma
$JUBSI_{s,i,g}$	Jubilación inicial por solidaridad intergeneracional, régimen mixto.
$K_t$	Capital
$k_t$	Capital por unidad de trabajo "eficiente"
$L_{s,i,g,t}$	Cantidad de trabajo "simple"

$L_t^e$	Cantidad de trabajo estandarizado por su nivel de eficiencia
$Mejor20_{s,i,g}$	Conjunto de 20 años que arrojan mayor promedio descontado de salarios
$n_{s,i,g}$	Tasa de crecimiento de la población
$N_{s,i,g,t}$	Población
$OPmix_{s,i,g,1996}$	Dummy que adopta el valor 1 si el individuo optó por el régimen mixto
$O_{s,i,g,t}$	Ocio
$PATra$	Tasa de aportes patronales en el régimen anterior a la reforma
$PERra$	Tasa de aportes personales en el régimen anterior a la reforma
$PRN_t$	Préstamos netos al resto del mundo
$R_{t_0,t}$	Interés compuesto entre $t_0$ y $t$ .
$r_t$	Tasa de interés real interna
$r_t^*$	Tasa de interés real externa
$SBJmix_{s,g,t}$	Salario básico jubilatorio en el régimen mixto
$SBJra_{s,g,t}$	Salario básico jubilatorio en el régimen anterior
$SERVMra_{s,i,g}$	Años de servicio mínimos en el régimen anterior a la reforma
$SERV_{s,i,g,t}$	Años de servicio registrados en la seguridad social
$SMIN_t$	Salario mínimo nacional
$TJra_{s,i,g}$	Año de jubilación en el régimen anterior a la reforma
$TREra_{s,g,t}$	Tasa de reemplazo en el régimen anterior
$VA_{s,i,g,t}$	Valor acumulado en la cuenta de ahorro individual
$V_t$	Conjunto de generaciones que en el año $t$ tienen 18 años o más y no han muerto
$WB_{s,i,g,t}$	Salario bruto
$W_{s,i,g,t}$	Costo del trabajo.
$Y_t$	Producto Bruto Interno
$\alpha_{s,i,g,t}$	Intensidad de la preferencia por el ocio
$\beta$	Factor subjetivo de descuento
$\gamma$	Elasticidad de sustitución intertemporal
$\delta$	Tasa de depreciación del capital
$\varepsilon$	Costo de evadir expresado como proporción del costo del trabajo.
$\rho$	Elasticidad de sustitución entre consumo y ocio
$\tau_{s,i,g,t}^{SS}$	Transferencias netas desde las familias hacia la seguridad social.
$\tau_{s,i,g,t}^G$	Transferencias netas desde las familias hacia el gobierno (excluyendo la seguridad social).
$\tau_{s,i,g,t}^{SI}$	Transferencias netas de las familias hacia el pilar de solidaridad intergeneracional.
$\tau_{s,i,g,t}^{AI}$	Transferencias netas de las familias hacia el pilar de ahorro individual.