



“INCENTIVOS FINANCIEROS Y DE SALUD AL RETIRO”

**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE
MAGISTER EN ECONOMÍA**

Alumno: Raúl Morales Lema

Profesor Guía: Fabián Duarte

Santiago, 13 de julio de 2015

Incentivos Financieros y de Salud al Retiro

Resumen: En este trabajo se analiza el efecto que tienen los incentivos financieros y de salud sobre las decisiones de retiro de las personas en un contexto con incertidumbre. Para esto se construye una versión modificada del “Option Value Model” que permite incluir los incentivos generados por un sistema de capitalización individual y por el estado de salud de los trabajadores. Los resultados avalan la relevancia de estos y dan cuenta de un alto ajuste del modelo a la realidad. Posteriormente, utilizamos las estimaciones para realizar simulaciones del efecto que tendrían cambios en parámetros socialmente sensibles sobre la decisión de retiro individual. En primer lugar, encontramos que un alza en la tasa de interés tiene un efecto ambiguo puesto que por una parte se acumula más en cada periodo, mientras que por otra, disminuyen las pensiones a las que se puede optar. En términos empíricos, si la variación es pequeña, la tasa de retiro aumentará; mientras que si es de mayor cuantía, disminuirá. Segundo, vemos que un aumento en la tasa de ahorro previsional inducirá el retiro, puesto que los trabajadores podrán optar a mejores pensiones en cada momento. Por último, estudiamos el impacto de cambios en el nivel de salud, donde observamos que un mejor nivel de salud incentiva a postergar el retiro, puesto que se percibe un menor desgaste al trabajar.

I. Introducción

El funcionamiento de los sistemas de pensiones es uno de los temas fundamentales de la política social actual a nivel mundial debido a la importancia que este reviste para la calidad de vida de las personas, su trayectoria laboral y comportamiento financiero, además de factores de política económica como la inversión y el gasto fiscal. Esta relevancia se manifiesta tanto en ámbitos académicos, como en el ciudadano común de distintos países y sus gobiernos. Prueba de ello son las masivas manifestaciones que esta materia ha generado y las constantes propuestas gubernamentales de reforma en países como Francia, Italia, Estados Unidos y Chile. Los países en vías de desarrollo no se encuentran ajenos a esta problemática, si no que por el contrario, para ellos representa un desafío mucho mayor debido a la existencia de otros problemas como la pobreza, la desigualdad y las imperfecciones en el mercado laboral, que constituyen graves amenazas a la calidad de vida de los pensionados.

Los incentivos que los sistemas de pensiones generan para los trabajadores son una arista que debe ser considerada en la evaluación e implementación de políticas previsionales, puesto que estos determinarán en gran medida su éxito o fracaso. Por esto, durante las últimas décadas una parte importante de los esfuerzos académicos se han dirigido al estudio del proceso de jubilación. La mayor parte de los trabajos enfocados en las decisiones individuales desde la perspectiva económica, estudian los incentivos financieros inherentes en las decisiones de ahorro consumo o en los sistemas de pensiones. Sin embargo, otras variables de corte demográfico y social, han sido crecientemente consideradas como parte de una mirada más integral al problema.

Esta tesis tiene por objetivo estudiar la importancia de los incentivos financieros y de salud dentro de la decisión de retiro, y la forma en que estos interactúan. Buscamos mostrar que las características individuales de los trabajadores en conjunto con las del sistema previsional son fundamentales en este proceso. Para esto estudiamos la decisión de retiro desde la perspectiva de los trabajadores que deben decidir si se jubilan o permanecen en la fuerza laboral; para ellos, la opción a postergar el retiro tiene valor económico, el cual resume los incentivos involucrados.

En línea con lo anterior, modelamos explícitamente el valor de la opción a postergar el retiro utilizando una versión modificada del “Option Value Model”, introducido originalmente por Stock y Wise (1990). Los cambios realizados buscan incorporar dentro del modelo dos factores distintos:

los incentivos financieros generados en un sistema de pensiones de capitalización individual y el desgaste laboral generado por el envejecimiento y los problemas de salud, los que afectan directamente la decisión de los trabajadores. Además, permitimos que ambo tipos de variables interactúen.

Posteriormente estimamos de manera estructural este modelo para el caso de Chile, obteniendo el valor de los parámetros relevantes y predicciones de la tasa de retiro. Con esto analizaremos los efectos que producen cambios en las variables del sistema sobre las decisiones de jubilación óptimas.

Para la estimación utilizamos el “Historial Previsional de Afiliados Activos, Pensionados y Fallecidos”, que corresponde a una base de datos entregada por la Superintendencia de Pensiones con información sobre el comportamiento laboral y previsional de una muestra representativa de la población de personas afiliadas al sistema. Esto lo complementamos con información pública sobre la rentabilidad y costos del sistema, además de indicadores de salud generados en base a la Encuesta de Protección Social. Para realizar el cruce entre la EPS y el historial previsional de los afiliados se utilizaron técnicas de imputación, que nos permiten estudiar la interacción de un grupo de variables que en Chile no se había estudiado antes.

Se escogió utilizar el “Option Value Model” por sobre modelos de programación dinámica, debido a que es mucho más simple en términos intuitivos y computacionales, y ha demostrado tener un nivel de ajuste razonable y comparable con modelos más complejos, mostrando capacidad para resumir los incentivos tanto financieros como personales involucrados en la decisión de retiro.

Este trabajo está organizado de la siguiente manera: en la sección II presentamos la situación previsional prevaleciente en Chile, con datos a nivel nacional, que permitan tener una base sólida para el desarrollo del modelo. Posteriormente, en la sección III, se presenta una breve revisión de literatura, centrada en el “Option Value Model”. En la sección IV se presenta el modelo con las modificaciones introducidas y posteriormente en V los datos utilizados para su estimación. Luego, mostramos los resultados obtenidos en la sección VI, para terminar en la sección VII con las simulaciones realizadas.

II. Estadísticas Descriptivas

En esta sección presentamos algunas estadísticas claves para entender la situación general del sistema de pensiones chileno. Estas corresponden a datos nacionales y no muestrales.

La cobertura del sistema chileno de pensiones está en línea con lo que puede encontrarse en otros países de la OECD con planes privados obligatorios y cuasi obligatorios de pensiones (OECD; 2013). Sin embargo, como puede verse en la Tabla n° 1.1, los diversos sistemas de pensiones a nivel global logran porcentajes de cobertura que están lejos de ser considerados universales. También puede verse que sólo Dinamarca, Islandia, Noruega e Israel presentan tasas de cobertura mayores que Chile según ha estimado la OECD en su informe “Pensions at Glance” (2013). Esto es particularmente preocupante al considerar el bajo nivel de ahorro voluntario de los hogares chilenos. La no obligatoriedad de cotizar para algunos sectores, la desinformación y las restricciones presupuestarias son las principales causas que usualmente se esgrimen para este fenómeno (Martínez y Sahm; 2009. Behrman et al; 2012). En este sentido, en la Tabla 1.2 podemos notar las razones comúnmente esgrimidas por los trabajadores para no afiliarse al sistema previsional.

Tabla 1.1: Cobertura Previsional en Países con sistemas privados obligatorios o cuasi-obligatorios

PAÍSES	COBERTURA (%)
Australia	68,5
Chile	75,6
Dinamarca	61,9
Estonia	68,9
Finlandia	74,2
Hungría	1,5
Islandia	84,8
Israel	81,8
Corea	12,2
México	59,5
Holanda	88
Noruega	68,1
Polonia	56,5
Eslovaquia	44,4
Suecia	90
Suiza	70,5
Turquía	0,9

Fuente: Pensions at Glance, 2013. OECD.

Tabla 1.2: Principal Razón reportada por los trabajadores para no cotizar nunca

Principal Razón para no Cotizar	%
No está obligado	
Porque obtendré una pensión del estado	
No le alcanza el dinero	
No confío en las AFP	
Tiene otras formas de ahorro	
Es muy engorroso el trámite	
No conozco el sistema	
Las comisiones son muy altas	
No puede retirar dinero ante emergencia	
Las pensiones son muy bajas/no vale la pena	
Hay que cotizar muchos años para obtener buena pensión	1,98
He sido obligado por el empleador	
La tasa de cotización es muy alta	
Otro motivo	
Total	100

Fuente: Superintendencia de Pensiones

Dentro de los trabajadores que sí se encuentran afiliados, una mayoría abismante lo está al sistema de AFP, seguido muy de lejos por el sistema antiguo de reparto, al que no pueden ingresar nuevos trabajadores desde 1981. Como se observa en la tabla 2 cerca del 90% de los afiliados pertenecen al primero y un 9% al segundo, el resto de los sistemas puede considerarse como irrelevantes debido a que por lo general asisten a un grupo minoritario de trabajadores específicos (policía y militares por ejemplo). En el presente estudio trabajaremos con datos sobre la población de afiliados al sistema de AFP.

Tabla 2: Distribución de afiliados según sistema previsional en Chile.

Sistema	Participación
AFP	89,81%
INP	8,42%
CAPREDENA	0,22%
DIPRECA	0,29%
Otro Sistema	0,48%
NS /NR	0,78%

Fuente: CASEN 2011

En cuanto a los grupos etarios más importantes, se puede observar en la Tabla 3, que los rangos entre 20 y 55 años acumulan la mayor proporción de afiliados. Esto se debe a que el rango 20-25 años coincide con el inicio de la vida laboral de buena parte de los individuos, y por otro lado, desde los 55 años en adelante las personas son más propensas a cumplir los requisitos mínimos para la jubilación anticipada o de ejercer el “auto-retiro”, es decir, dejen de trabajar sin solicitar aún su pensión. Además el mercado laboral se ha mostrado muy reticente frente a la contratación de personas de este grupo etario como puede constatarse en las distintas versiones de la “Encuesta ocupación y desocupación en el gran Santiago” realizada por la universidad de Chile. De todo este amplio espectro, trabajaremos exclusivamente con aquellos elegibles para retirarse sin considerar la jubilación anticipada, es decir, mujeres mayores de 60 y hombres mayores de 65.

Tabla 3: Distribución etaria de los afiliados en Chile

Edad	Total	% del Total	Edad	Total	% del Total
Hasta 20	455.733	4,7%	+50 - 55	1.012.194	10,4%
+ 20 - 25	1.215.460	12,5%	+55 - 60	697.025	7,2%
+25 - 30	1.263.408	13,0%	+60 - 65	275.722	2,8%
+30 - 35	1.221.313	12,6%	+65 - 70	39.968	0,4%
+35 - 40	1.163.071	12,0%	+70	58.275	0,6%
+40 - 45	1.163.840	12,0%	Total	9.716.665	100,0%
+45 - 50	1.150.608	11,8%			

Fuente: Superintendencia de Pensiones

Respecto de los pensionados, observamos la distribución de edades de jubilación en la Tabla 4. Debido a las reglas del sistema, antes de los 60 años, todos los pensionados corresponden a sujetos que han optado por la jubilación anticipada y que constituyen un no despreciable 21,57% del total. En el siguiente tramo, 60-65, las mujeres ya pueden optar a la pensión de vejez pero los hombres sólo tienen la posibilidad de jubilarse anticipadamente, por lo que está constituido mayoritariamente por mujeres y hombres que hayan solicitado jubilación anticipada. Debido a esto, para las mujeres se observa una clara alza en la proporción de jubilados en este rango. Desde los 65 años en adelante se incorporan también los hombres que se pensionan bajo las reglas estándares, lo que explica el importante alza en este tramo. Se puede observar que en el caso chileno se producen las máximas tasas de retiro a las edades mínimas de jubilación, tal como comúnmente se encuentra en estudios para otros países (Karlstrom et al. 2011, Stock y Wise; 1990, entre otros). Por último estas estadísticas parecen indicarnos que la mayoría de las personas deciden jubilarse en el primer momento en que son elegibles. Esto puede deberse a que esto no los invalida de seguir trabajando, tienen fuertes preferencias por ocio o a que las reglas del sistema chileno son demasiado rígidas en este aspecto. Además, aun así existe una importante fracción de la población que prefiere esperar por diversos motivos.

Tabla 4: Edad de Jubilación de los actuales retirados en Chile

Edad	%	Acumulada	Edad	%	Acumulada
-44	0,35%	0,35%	60	19,23%	40,80%
+44 -46	0,58%	0,93%	61	6,30%	47,09%
+46 -48	1,13%	2,06%	62	3,84%	50,93%
+48 -49	0,85%	2,91%	63	2,83%	53,76%
50	1,22%	4,13%	64	2,03%	55,79%
51	1,44%	5,58%	65	20,33%	76,12%
52	1,66%	7,24%	66	5,07%	81,19%
53	1,84%	9,08%	67	2,54%	83,73%
54	2,00%	11,08%	68	1,82%	85,55%
55	2,20%	13,28%	+68 -70	2,78%	88,33%
56	2,20%	15,48%	+70 -72	2,16%	90,49%
57	2,14%	17,62%	+72 -74	1,78%	92,27%
58	2,05%	19,67%	+74 -76	1,53%	93,80%
59	1,89%	21,57%	76	6,20%	100,00%

Fuente: Superintendencia de Pensiones

En la tabla 5 se muestra la relación entre ingreso imponible y saldo en la cuenta de capitalización individual. Resulta claro que existe una importante correlación positiva, aun cuando no estamos considerando la edad de los afiliados. Esto responde al estrecho vínculo existente entre el nivel de ingreso, los aportes realizados a la cuenta y el saldo que estos muestren. En este trabajo modelaremos esta correlación a través de la fórmula que da cuenta de la acumulación de ahorro previsional.

Tabla 5: Número de trabajadores según renta imponible y saldo en cuenta de capitalización individual en Chile.

Ingreso imponible (miles de pesos)	Saldo en la cuenta de capitalización individual (miles de pesos)						Total
	+0 - 20	+20 - 500	+500 - 4.000	+ 4.000 - 15.000	15.000 - 50.000	+50.000 - 100.000	
+0 - 20	4.232	41.785	72.480	30.965	6.556	480	156.498
+100 - 300	19.071	194.978	596.969	393.709	87.259	6.079	1.298.065
+ 300 - 500	13.060	92.277	533.527	451.961	156.011	6.842	1.253.678
+ 500 - 700	6.828	21.122	213.564	301.578	166.569	9.679	719.340
+700 - 900	3.698	7.512	94.399	187.088	128.809	13.190	434.696
+900 - 1100	2.324	2.988	42.296	116.335	97.147	16.031	277.121
+1100 - 1300	1.387	1.521	21.940	68.744	70.538	18.237	182.367
+1300 - 1500	958	726	12.359	44.544	51.889	20.158	130.634
+ 1500 - 1750	3.470	1.434	22.432	111.368	210.311	147.672	496.687
Total	55.028	364.343	1.609.966	1.706.292	975.089	238.368	4.949.086

Fuente: Superintendencia de Pensiones

Respecto de las pensiones pagadas, se puede observar en la Tabla 6 que estas se concentran mayoritariamente en los tramos más bajos de la distribución. Por lo general se aducen las condiciones del mercado laboral y la existencia de importantes lagunas previsionales como explicaciones de esta situación. En este trabajo utilizamos el ahorro previsional en los años para los cuales realizamos las estimaciones, este constituye un resumen de toda la trayectoria laboral del individuo: cantidad de años trabajando, lagunas previsionales, tasa de ahorro, etc., todo se incluye directamente en el saldo en la cuenta de capitalización individual. De esta manera incorporamos el nivel de aportes que determinan en el largo plazo las pensiones.

Tabla 6: Distribución del monto en U.F. de las pensiones en Chile

TRAMOS DE PENSIONES	%
+0.0-3.0	14,17%
+3.0-4.0	31,06%
+4.0-6.0	37,32%
+6.0-8.0	4,79%
+8.0-12.0	3,28%
+12.0-42.0	8,15%
+42.0	1,24%

Fuente: Superintendencia de Pensiones

III. Literatura relevante

El término “Opción Real” fue acuñado por Stewart Myers (1977) para referirse a la aplicación de la teoría de valoración de opciones financieras a la evaluación de decisiones de inversión irreversibles en activos reales donde la flexibilidad estratégica y la incertidumbre juegan un rol clave. Desde entonces se ha desarrollado un importante cuerpo teórico de opciones reales, que viene a constituir una alternativa a la regla simple del Valor Presente Neto (VPN), que puede inducir a profundos errores puesto que no considera el valor de todas las “opciones” asociadas a un proyecto, por ejemplo, la opción de retrasarlo y ejecutarlo en otro momento (Ingersoll y Ross; 1992). Con el tiempo, el tipo de análisis utilizado en esta literatura se ha aplicado a situaciones tan diversas como la decisión de permanencia o retiro de la fuerza laboral y la de continuar estudiando o comenzar a trabajar, ambas fuera del ámbito natural de la teoría de inversiones. A continuación realizaremos una breve revisión de la literatura enfocada en los estudios que utilizan el marco conceptual del “Option Value Model”, donde se utiliza el análisis de opciones reales en la decisión de jubilación. Nos centramos en esta línea de literatura para mostrar que trabajos anteriores validan el valor de la opción a postergar el retiro como una medida comprensiva de los incentivos involucrados y muestran su importancia para las decisiones de los trabajadores.

Option Value Model

La primera aplicación de esta teoría al problema de retiro fue realizada en 1990 por Stock y Wise, en un estudio que tenía por objetivo estudiar la importancia de los incentivos inherentes a los planes de pensiones privados dentro de las decisiones de retiro. Con posterioridad, este modelo ha tenido amplia difusión en la literatura, siendo utilizado hasta el día de hoy. Sin embargo los distintos trabajos que lo usan no realizan cambios mayores al modelo, preservando su forma funcional y su sistema de incentivos. Las mayores modificaciones provienen de las distintas fórmulas de cálculo de las pensiones, que el modelo considera exógenas. En este trabajo modificamos el modelo original para introducir los incentivos al retiro derivados del estado de salud, además de considerar las pensiones obtenidas bajo un sistema de capitalización individual como el chileno.

El término “Option Value” surge de esta misma regla de decisión: si existe incertidumbre, postergar el retiro y mantener la “opción” de ejercerlo después, tiene un valor entendido como el “costo de

oportunidad de jubilarse”. Si este es mayor a cero conviene mantener la opción y seguir trabajando, mientras que si es menor conviene retirarse. El valor de la opción se define formalmente como la diferencia en la utilidad esperada de retirarse inmediatamente con la de hacerlo en el momento que ostenta la mayor utilidad esperada. Este valor, definido en términos de útiles y no de unidades monetarias, constituye una medida resumida de los incentivos involucrados en esta decisión; en ella se comprende información tanto financiera como personal (preferencias, esperanza de vida, salarios, etc.) de los trabajadores. La capacidad que tienen estos de observar las realizaciones de la incertidumbre y actualizar su conjunto de información hace que la opción cobre aún mayor relevancia.

El resultado que se busca en este tipo de trabajos es la probabilidad de retirarse en un lapso de tiempo específico, definida como la probabilidad de que el valor de la opción, en útiles, sea menor o igual que cero. En la medida que esto logra explicar una porción importante de las decisiones de los trabajadores, la opción como medida resumida de los incentivos financieros y personales al retiro, cobra mayor importancia. En la sección IV, donde presentamos nuestro modelo modificado, se pueden observar más detalles.

Comparación con programación dinámica

En términos de capacidad predictiva, este modelo ha mostrado un desempeño al menos similar a los de programación dinámica, que son más complejos en términos formales y más costosos en recursos computacionales, pero que entregan una regla de decisión microfundada más consistente con la teoría económica. Adicionalmente, ha mostrado una mayor capacidad que modelos más simples, entre ellos el modelo probit. De esta manera, existe un trade-off entre la capacidad predictiva y la complejidad computacional que debe ser evaluado. Esto nos indica que, como ya hemos mencionado, este marco conceptual es capaz de resumir de buena manera los incentivos, tanto financieros como personales, involucrados en la decisión de retiro.

En este sentido, se han realizado diversas comparaciones. El trabajo original encuentra que el modelo de programación dinámica y el de Option Value tienen un nivel de ajuste similar. Posteriormente, Lumsdaine, Stock y Wise (1990), evalúan la relación entre la complejidad computacional y la capacidad predictiva de tres modelos de retiro distintos: un modelo probit simple (donde el valor de la opción a permanecer trabajando se calcula de forma exógena), el modelo Option Value y el de programación dinámica. El resultado que obtienen es que estos

últimos dos tipos de modelo se ajustan igualmente bien a los datos, con una pequeña diferencia a favor del último; además ambos entregan resultados muy superiores a los del modelo simple de probit. De manera similar, Ausink y Wise (1993) y Burkhauser, Butler y Gumus (2003), que encuentran que el modelo de Stock y Wise (1990) tiene un mejor desempeño predictivo que el de programación dinámica.

Sin perjuicio de lo anterior, ambos modelos comparten ciertas características esenciales, se centran en individuos racionales y forward looking que deben decidir en cada momento si se retiran o continúan trabajando. Sin embargo, el acercamiento a esta decisión es diferente: mientras en “Option Value”, la regla de decisión se basa en el máximo de los valores esperados, en programación dinámica lo hace en el valor esperado del máximo. Debido a que el máximo de los valores esperados es mayor al valor esperado del máximo (desigualdad de Jensen), esta regla de decisión resulta en una probabilidad de retiro mayor a la de programación dinámica. Inicialmente esta regla de decisión fue considerada una solución subóptima al problema, pero su simpleza tanto en términos teóricos como computacionales, en conjunto con su capacidad predictiva, ha llamado la atención desde su formulación hasta la actualidad (Belloni;2008).

Otras Estimaciones

En la literatura en torno este modelo, pueden distinguirse dos tipos principales de trabajos: aquellos que realizan estimaciones estructurales, y los que utilizan formas reducidas. En el primer caso, los parámetros del problema se estiman mediante máxima verosimilitud, y en el segundo, el valor de la opción es computado exógenamente e incluido como uno de los regresores que explica la probabilidad de retiro.

Esta última metodología permite la inclusión de un rango más amplio de variables e incentivos dentro del problema debido que el modelo puede considerarse “rígido”. En el modelo canónico, se incluyen sólo cierto conjunto rígido de incentivos relativos a las finanzas personales y las preferencias por ocio; incluir otro tipo de variables como educación o salud, puede resultar complejo y obligar a replantear enteramente el modelo. Por lo general, los estudios estructurales tienen el mismo objetivo: estimar la tasa de retiro para un periodo de tiempo determinado y compararla con la real, para lo cual deben previamente determinar la forma funcional explícita de las funciones de utilidad, estimar un conjunto importante de parámetros y generar de alguna forma las expectativas de los agentes.

En cuanto a los modelos reducidos, estos buscan estimar la importancia de distintas variables, entre ellas el valor de la opción como una medida “comprensiva” (Lumsdaine, Stock y Wise; 1990) de los incentivos financieros implícitos en cada sistema de pensiones. Este se calcula exógenamente utilizando parámetros obtenidos de otros estudios. Computacionalmente es más simple que los trabajos estructurales, pero requiere la misma cantidad de información.

Dentro de los trabajos estructurales, destacaremos los realizados por Burkhauser, Butler y Gumus (2003); y Belloni y Alessie (2010). En el primero se incluyen variables económicas, demográficas, de salud y de política social dentro del problema. Para esto, modifican la función de utilidad de los trabajadores (no los retirados), incluyendo un vector de características observables tales como educación, raza, estado civil, y nivel de salud. Los autores argumentan que esto permite introducir preferencias por ocio y consumo heterogéneas entre individuos. Como ya hemos mencionado, la conclusión a la que se llegan es que el modelo de Option Value tiene mejor capacidad y menor complejidad computacional, aun cuando pueda considerarse que tiene menor consistencia teórica que un modelo de programación dinámica. En el segundo trabajo, de Belloni y Alessie (2010), realizan la estimación del modelo considerando que existen individuos que podrían haberse retirado con anterioridad y por lo tanto la decisión debe ser evaluada condicionando en sus decisiones pasadas. En el trabajo de Stock y Wise (1990) esta condicionalidad había sido omitida debido a la falta de información, por lo que los autores plantean que sus estimadores son en realidad de cuasi máxima verosimilitud. Al no tener esta limitante, los autores argumentan que de esta forma se pueden estimar consistentemente. Adicionalmente, los trabajos de Lumsdaine, Stock y Wise (1990); y Ausink y Wise (1993), que comentamos en la sección anterior también caen dentro de la categoría de trabajos estructurales.

En segunda instancia, destacaremos algunos de los trabajos que utilizan formas reducidas, donde se incluye el valor de la opción dentro de un conjunto de variables. En este sentido, Samwick (1998) estudia los efectos de la seguridad social en conjunto con el sistema de pensiones, por lo que incluye formulas actuariales de cálculo de pensiones. El autor busca determinar si los resultados de Stock y Wise (1990), que omiten todos los incentivos relacionados con mercados financieros, pueden ser generalizados desde la información de una empresa hacia una situación con mayor variedad en planes de pensiones. Los principales resultados de este trabajo son tres: primero, la acumulación de ahorro previsional es más importante que el nivel de este para el retiro. Segundo, el valor de la opción de seguir trabajando es una medida “parsimoniosa pero comprensiva” de los incentivos al retiro. Y tercero, los cambios en la cobertura del sistema público de pensiones tienen

un efecto importante en la probabilidad de retiro. En la misma línea Blundell, Meghir y Smith (2002) buscan medir la importancia de las fórmulas de cálculo de pensiones como incentivos al retiro en un contexto donde existen planes privados, provistos por empresas, y uno público, provisto por el estado. Dentro del modelo probabilístico se incluyen, además de variables económicas, demográficas, educacionales y de salud, un vector denominado “incentivos de pensiones” que incluye el ahorro previsional propio, el del cónyuge y la acumulación (cambio en el nivel de ahorro) del primero. En las estimaciones se encuentra que la acumulación tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de retiro al igual que el ahorro del cónyuge y al contrario del propio. En un enfoque alternativo, Karlstrom, Palme y Svensson (2011) desarrollan, utilizando este marco conceptual, una medida de “variación compensatoria” de los cambios en bienestar que les permita evaluar los efectos de una reforma previsional en Suecia. Los autores utilizan el modelo para mostrar que reformas en el sistema previsional pueden tener considerable impacto sobre el comportamiento de los individuos, lo que debe ser tomado en consideración al momento de evaluar políticas.

Por último mencionaremos que existe una colección editada por Gruber y Wise (2004), que incluye estimaciones del “Option Value Model” para 12 países desarrollados, que en términos generales ratifican la importancia del valor de la opción dentro de la decisión de retiro.

Salud y Retiro

Si bien, la salud tiene importantes y documentados efectos sobre las decisiones de retiro, no existe consenso en la literatura sobre la magnitud de estos efectos ni de su importancia relativa a otras variables, principalmente porque los resultados suelen ser muy sensibles a la medida que se esté utilizando y a la metodología de estimación (Currie y Madrián; 1998). Esta relevancia no se limita sólo en el ámbito académico, sino que también en el de los trabajadores y retirados, que en distintas encuestas han indicado que tener malas condiciones de salud es una de las principales razones para retirarse. Por ejemplo, Bound et al.(2000) encuentran que más de la mitad de los hombres y cerca de un tercio de las mujeres que se retiran anticipadamente en Estados Unidos, aducen limitaciones para trabajar derivadas de mala salud como principal razón para hacerlo. Esto puede observarse si se considera tanto el stock de salud (Bound et al; 2010. Roberts et al; 2010), como shocks (Disney et al. 2003. Jiménez Martín et al. 2006). Una revisión más general de la literatura sobre salud y retiro puede ser encontrada en Lindeboom (2012).

En el caso del “Option Value Model”, Erdogan-Ciftci et al. (2011) mencionan los mecanismos mediante los cuales un shock de salud podría afectar las decisiones de los individuos. El primero es el efecto sobre el nivel de ingresos; si es que el shock disminuye la productividad, también disminuirá el salario del individuo en el futuro, disminuyendo los incentivos a seguir trabajando. El segundo es el cambio en la probabilidad de sobrevivencia lo que haría que el consumo y el ocio de periodos futuros tengan menor valor presente, aumentando los incentivos a retirarse. Además, esto también podría afectar indirectamente las preferencias, generando un aumento de la impaciencia que acentuaría el efecto anterior. Por último, se menciona el posible cambio en la valoración del ocio o desutilidad del trabajo; en este caso, también cambian los incentivos a retirarse.

El trabajo de Erdogan-Ciftci (2011) estudia la importancia de los incentivos financieros para los trabajadores que tienen un buen estado de salud en comparación a los que no. El resultado final es que independiente de las reglas del retiro, las pensiones son siempre menos atractivas para los individuos sin problemas de salud. En base a esto elaboran lo que llaman la “hipótesis de la subordinación”: los efectos en la probabilidad de retiro de un cierto nivel de incentivos financieros dependen de si los individuos han sufrido un shock de salud. Banks et al (2007) tienen un enfoque similar y encuentran que los incentivos financieros son sólo importantes para los individuos con buena salud y que además, dentro de los individuos con trabajos físicamente demandantes, son sólo los individuos con mala salud los que tienen mayor probabilidad de retirarse. Satoshi et al (2012) encuentran un importante efecto de la salud y una menor sensibilidad de los individuos más saludables a los incentivos financieros. Por último, mencionaremos que el único intento de incluir salud dentro de un trabajo estructural fue realizado por Burkhauser et al (2003), que incluye en la estimación un conjunto de variables individuales, confirmando que la salud juega un importante rol en las decisiones de jubilación de los trabajadores.

IV. El Modelo

En esta sección modelamos analíticamente el valor que tiene para los individuos la opción a postergar el retiro. Como veremos, este depende directamente de las características del sistema previsional como reglas de retiro y fórmula de cálculo de pensiones, los parámetros asociados a este, como la tasa de interés, y las características individuales de los trabajadores, como sus preferencias, trayectoria de salarios, edad, entre otros. En este sentido, tal como se plantea en el resto de la literatura, la opción a postergar el retiro constituye una medida resumida de los incentivos implícitos en el sistema de pensiones y en las características individuales.

El modelo utilizado es una extensión del “Option Value Model” presentado originalmente por Stock y Wise (1990). Este destaca por su simpleza y porque, tal como mencionamos en la sección anterior, se ha documentado su relevancia para el análisis previsional. En el mismo sentido, descartamos realizar un modelo de programación dinámica debido a su complejidad tanto analítica como computacional, además de no existir una ventaja clara respecto de “Option Value” en términos de capacidad predictiva.

Nuestras modificaciones buscan incluir dentro de este mismo marco dos temas principales: los incentivos asociados al nivel de salud de los afiliados y aquellos financieros propios de un sistema de contribución definida.

Función de utilidad

Consideremos un individuo que se encuentra en el instante t evaluando si se retira del mercado laboral inmediatamente o sigue trabajando al menos un periodo más. Para esto, compara la utilidad esperada de jubilarse inmediatamente con la de hacerlo en cada momento futuro. Esta decisión es irreversible, es decir, una vez que el individuo decide salir de la fuerza laboral no puede reintegrarse, aún si algún cambio en las condiciones que enfrenta le hace arrepentirse de su decisión. Este supuesto, estándar en la literatura de opciones reales, es esencial para que estas tengan sentido, ya que implica que las distintas edades de jubilación son mutuamente excluyentes. Aquellos que permanecen trabajando, vuelven a evaluar la decisión en el periodo $t+1$ y así sucesivamente.

En el sistema chileno de pensiones, para el cual se realizan las estimaciones en este trabajo, esta dicotomía entre retiro y trabajo no existe puesto que una vez jubilados, los afiliados pueden mantenerse activos laboralmente, teniendo ingreso proveniente de dos fuentes. Esto cambiaría nuestro modelo en dos aspectos: en primera instancia al momento de retirarse los trabajadores continuarían recibiendo el salario, incrementando sus ingresos totales; y en segundo lugar, aunque se jubilen, seguirían experimentando el desgaste laboral. Ambos fenómenos aumentan los incentivos al retiro. A pesar de esto creemos que determinar la importancia de estos efectos es en rigor un problema empírico que podremos observar durante las estimaciones.

Asumiremos que los trabajadores enfrentan un futuro con incertidumbre proveniente de tres fuentes: el nivel de salarios si continua trabajando, el nivel de utilidad del consumo en el futuro en cada periodo y el horizonte de vida.

Tal como en el resto de la literatura, se plantea la siguiente función de utilidad esperada que tiene el individuo al retirarse en t dado que está vivo en t :

Si asumimos que las expectativas de vida del individuo son independientes de su trayectoria de salarios, la expresión anterior puede escribirse de la siguiente manera:

Donde c_t es el consumo en el periodo t , u_t y u_t^r son la utilidad instantánea derivada del consumo si el individuo está activo laboralmente y retirado, respectivamente; T es la máxima cantidad de años que puede vivir el sujeto y π_t corresponde a la probabilidad de estar vivo en el periodo t , dado que se está vivo en $t-1$. De esta manera, estamos asumiendo que el individuo tiene un horizonte de vida incierto, ya que sólo conoce π_t . Asumimos que esta distribución es objetiva y es conocida y compartida por todos los agentes de la economía. Diferencias al respecto entre lo que observan los trabajadores y el resto del mercado puede tener efecto en la utilidad esperada del consumo, pudiendo cambiar la decisión de aquellos que están en el margen. Sin embargo, en la medida que estas divergencias se produzcan respecto de las edades más avanzadas, su efecto se vuelve menos determinante, sobre todo considerando que también se pondera la utilidad por el

factor de descuento intertemporal. Adicionalmente, esto no debiera tener impacto sobre las expectativas de pensión de los afiliados, ya que estos observan el monto final calculado por otras entidades, tales como AFPs o la Superintendencia de Pensiones (SP).

Restricción presupuestaria

El individuo recibe un ingreso correspondiente al pago del trabajo si aún permanece en el mercado laboral y a los beneficios de retiro si es que ya se ha retirado. Con este ingreso compra unidades de consumo, invierte en ahorro previsional y en su salud. No incluimos otros tipos de ahorro ya que a lo largo del ciclo vital, el sujeto debe cerrar su posición financiera y por lo tanto no es relevante para nuestro problema. Este supuesto nos sitúa en un punto intermedio dentro de la literatura de pensiones; mientras que algunos trabajos como los de Bound et al. (2007), Samwick (1998) y Guntzman y Steimer (1983) asumen mercados financieros completos e introducen de esta forma una amplia gama de incentivos financieros, otros, como Rust y Phelan (1997), Stock y Wise (1990) y Lumsdaine et al. (1990), asumen la inexistencia de estos mercados. Esta tesis supone la existencia de sólo un mercado financiero: el previsional, que es indispensable para el modelamiento de un sistema de pensiones de contribución definida.

Asumiremos que los trabajadores mientras se mantienen activos gastan una fracción constante del ingreso en ahorro previsional, pero en el momento que se retiran dejan de realizar este gasto. Adicionalmente, supondremos que el gasto en salud también corresponde a fracción constante del ingreso), pero que a diferencia del ahorro previsional, este se hace a través de toda la vida de los individuos.

Si llamamos al ingreso del trabajo en el periodo , la restricción presupuestaria para alguien que aún no se jubila es:

Por otro lado, un individuo que se retira en el instante tendrá en ingresos correspondientes a los beneficios de retiro . Asumiremos que estos son constantes una vez jubilado y que se pagan de manera vitalicia. Tras el retiro, no se sigue aportando al ahorro previsional y por lo tanto su restricción presupuestaria es la siguiente:

Si se consideran funciones de utilidad no saciadas a nivel local, como se hace más adelante en este trabajo, ambas restricciones se cumplirán con igualdad. Estas expresiones, (1) y (2), dan cuenta de uno de los rasgos principales del modelo: el ahorro previsional y la inversión en salud son proporcionales al ingreso.

Ahorro previsional y jubilación

En este trabajo consideramos un sistema de contribución definida donde los beneficios de retiro son calculados de manera actuarial sobre el nivel de ahorro que cada individuo tenga. Por simplicidad, asumiremos que la tasa de interés es constante. Además, ya que en el apartado anterior asumimos que el individuo gastaba una fracción constante del ingreso en ahorro previsional, la única fuente de variación en el ahorro proviene de cambios en el salario. Formalmente, si tomamos el momento de la primera cotización previsional como t_0 , el ahorro acumulado hasta la fecha t es el siguiente:

Por otro lado, en un mercado financiero competitivo, el precio de una pensión vitalicia de monto P que se paga desde el instante t , debe ser su valor presente, ajustado por la probabilidad de sobrevivencia del individuo. Esto es:

Si asumimos que el total del ahorro previsional debe utilizarse únicamente en la compra de la anualidad, tendremos que $A = P$, por lo que los beneficios de retiro son:

En esta fórmula (3) se puede ver que los beneficios son directamente proporcionales a la fracción del ingreso que se destina a ahorro previsional, a la trayectoria de ingresos y el número de periodos que se haya ahorrado. Esto genera heterogeneidad entre los individuos y los lleva a tomar decisiones distintas. Debido a la incertidumbre sobre los salarios en caso de mantenerse activos, los trabajadores tampoco conocen sus aportes futuros al ahorro previsional ni el nivel de beneficios al que podrán optar.

Funciones de utilidad indirecta

Definimos la función de utilidad instantánea de un trabajador de la siguiente manera:

Donde y_t corresponde al ingreso en el momento t , σ da cuenta de la aversión al riesgo y ϵ_t es un término estocástico correspondiente a un shock de utilidad. Además, ponderamos la utilidad por ϕ que es una función que mide la desutilidad generada por el trabajo. Esta depende del nivel de salud h_t . Análogamente, para los retirados definimos la siguiente utilidad instantánea:

Donde b representa los beneficios de retiro en t y α es un escalar que captura el hecho que una unidad de consumo genera una utilidad mayor cuando no se está trabajando. ϵ_t corresponde a un término estocástico.

Definimos ϕ de la siguiente manera:

$$\phi = \frac{1 - \beta}{1 - \beta e^{-\lambda h}}$$

Donde λ , mide la desutilidad generada por la pérdida de ocio. Este término es común en la literatura, pero pondera la utilidad de los retirados como una forma de aumentar su utilidad. Siguiendo a Belloni y Alessie (2010), definimos λ como una función de la edad.

Asumimos que los errores siguen procesos markovianos de orden 1 de la siguiente manera:

Donde ϵ_{it} .

Estos términos son efectos individuales que varían con el tiempo y tienen un nivel de persistencia determinado por ρ , que se considera idéntico para todos los individuos. Estos pueden capturar distintas situaciones no incorporadas en el resto del modelo como shocks de salud, riqueza o de preferencias ocio-consumo, entre otras variables.

Stock de Salud

En esta sección nos basamos en el influyente trabajo de Grossman (1972), donde se considera la salud como parte del capital humano y se plantea la siguiente ecuación de movimiento:

En esta expresión, δ corresponde a la tasa de depreciación de la salud y i corresponde a la inversión en salud realizada en t . Entonces, el stock h_{it} se encuentra determinado por la tasa de inversión i , el historial de salarios w_{it} , la tasa de depreciación y la condición inicial h_{i0} . No se incluyen términos estocásticos ya que esto no permitiría encontrar una expresión amigable y cerrada para la probabilidad de retirarse, fundamental en nuestra implementación empírica. Además, existen shocks en las funciones de utilidad que pueden capturar en parte los efectos de shocks drásticos en el nivel de salud.

En estricto rigor, la inversión o gasto en salud es una variable de decisión del individuo dentro de su proceso de maximización de utilidad, por lo que dependerá del nivel del ingreso y las condiciones iniciales de salud h_{i0} , entre otras variables. Por ejemplo, aquellos trabajadores más desventajados en este sentido podrían invertir en i para aumentar su stock y tener una mayor utilidad del consumo. En este trabajo sólo construimos y utilizamos el stock de salud a nivel individual en el periodo para el cual se realiza la estimación, lo que resume toda la información relevante y las decisiones de los trabajadores al respecto.

Regla de decisión

El trabajador decidirá jubilarse en t sí y sólo sí la utilidad esperada de hacerlo inmediatamente es mayor que la de hacerlo en cada uno de los instantes futuros. Esta regla de decisión es mucho más simple en términos computacionales que la de programación dinámica y hasta el momento ha demostrado tener un poder predictivo razonable y comparable con modelos más complejos. Tal como se plantea en el trabajo canónico, lo realmente relevante para determinar cuál regla es mejor, es conocer como toman realmente sus decisiones los trabajadores.

Definamos

Entonces, el individuo se retira inmediatamente sí y sólo sí:

Y decidirá posponerlo en caso contrario.

Para evaluar esta regla de decisión consideraremos el valor que tiene para el individuo la opción a esperar (Milevsky; 2002), es decir, la cantidad de dinero extra en forma de compensación que tendríamos que darle para que este se retire inmediatamente y renuncie a la opción a postergar el retiro.

Abusando de la notación, podemos definir la utilidad esperada de retirarse en t , con una trayectoria de salarios esperada $\{w_t\}$ y ahorro previsional $\{s_t\}$, de la siguiente forma:

A partir de lo cual, podemos calcular el valor de la opción V_t utilizando la siguiente identidad:

Entonces si $V_t > w_t$, el individuo se retira inmediatamente, en caso contrario lo pospone. Como se puede observar, el valor de la opción depende del momento en que se tome la decisión debido a que por una parte los ingresos, el ahorro previsional y la salud varían en el tiempo; y por otra, la realización de las variables respecto de las cuales existe incertidumbre provoca la actualización de la información bajo la cual el individuo toma la decisión.

Por simplicidad realizaremos la siguiente descomposición:

Donde \dots , agrupa los términos estocásticos de la función de utilidad y \dots el resto. De esta manera, podemos escribir lo siguiente:

Dónde:

Donde \dots y \dots corresponden al primer y segundo multiplicando en la expresión (4) respectivamente. Si consideramos que la compensación \dots forma para de la riqueza a anualizar en caso de que el individuo se jubile en \dots , tenemos:

$$\frac{\dots}{\dots}$$

Que podemos remplazar en (3) para obtener:

$$\frac{\dots}{\dots}$$

$$\frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r}$$

Si definimos P como la pensión que obtendría el trabajador si se retira inmediatamente sin compensación, y utilizamos la expresión (5), tenemos lo siguiente:

$$\frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r}$$

Definiendo P como el nivel de jubilación en el instante t que dejaría al individuo indiferente entre retirarse hoy o hacerlo en t tendremos:

$$\frac{P}{1+r} - \frac{P}{1+r}$$

Y por lo tanto, P nos queda:

$$P$$

Donde P corresponde al precio de una anualidad de P , desde t hasta la fecha de muerte. Si consideramos que P , podemos concluir que la compensación tiene que ser tal que permita generar una ganancia en pensión igual al término entre paréntesis, es decir, P es el valor presente de un cambio permanente en la trayectoria de pensiones de P . El individuo pide que se le pague la diferencia entre lo que recibiría en el futuro y lo que recibe si se retira ahora.

Se debe tener cuidado al interpretar este resultado puesto que, si bien el valor de la opción depende en gran parte de variables cuyo valor se determina en el mercado, también depende de

características individuales. No existe un mercado para esta opción, por lo que su valor es observado exclusivamente por el individuo y resulta de ninguna condición de arbitraje o interacción oferta-demanda. Esto marca una gran diferencia con la literatura clásica de opciones reales donde el valor de la opción corresponde a su precio de mercado.

Probabilidad de retirarse

Nuestra estrategia empírica consiste en la estimación de un modelo de elección discreta sobre la probabilidad de retirarse en el instante t , por lo que es importante otorgarle una forma funcional específica a esta. Dado que el individuo se retira si es que el valor de la opción es negativo, la probabilidad de que lo haga es la siguiente:

$$P_t = \frac{1}{1 + \exp(-\beta V_t)}$$

Y utilizando la ecuación (4) y despejando para V_t tenemos:

$$V_t = \frac{1}{\beta} \ln \left(\frac{1}{P_t} - 1 \right)$$

El lado izquierdo de la desigualdad en la expresión (6) constituye el valor presente de la ganancia “determinística” en utilidad de esperar hasta $t+1$ para retirarse. En tanto, el lado derecho corresponde a un término estocástico que resume los shocks de utilidad en el momento t .

V. Datos

Para realizar las estimaciones y las simulaciones posteriores necesitamos información financiera y de salud individual. Para la información financiera utilizamos la base Historial Previsional de Afiliados, Activos, Pensionados y Fallecidos (HPA) e información entregada por la Superintendencia de Pensiones (SP), mientras que en el caso de la información relativa a Salud, utilizamos la Encuesta de Protección Social (EPS). Ambas bases contienen los mismos individuos pero sus identificadores no se corresponden, por lo que para realizar el cruce se utilizó un procedimiento de imputación. La base HPA que constituye una muestra representativa de la población entregada por la SP, contiene originalmente 24.306 individuos diferentes y la información correspondiente a niveles de renta y ahorro previsional de estos. Sólo consideramos aquellos individuos que cumplen los requisitos para la jubilación de vejez, excluyendo aquellos que podrían jubilarse anticipadamente. La motivación para hacer esto, es que las condiciones para acceder a la jubilación de vejez anticipada son muy sensibles a las condiciones de mercado, en particular a la tasa de interés y los salarios pasados, pudiendo generar problemas de robustez en las estimaciones. De esta manera, solo permanecieron en la base los hombres mayores de 65 y mujeres mayores de 60; que aún no se han jubilado el año en cuestión. En este sentido, los problemas de salud pueden estar relacionados con la jubilación anticipada, puesto que aumentan los incentivos al retiro. Sin embargo, en la medida que consideramos exclusivamente aquellas solicitudes de jubilación “normales”, es decir, que no se generan por problemas de salud, estamos descartando los casos en que efectivamente el trabajador se ve impedido de desempeñarse laboralmente. Además, al estudiar la probabilidad de retiro en un periodo en cuestión, la jubilación anticipada nos permitiría expandir nuestra muestra, agregando representatividad pero sin cambiar sustancialmente las conclusiones del modelo, puesto que nuestra implementación empírica permanecería esencialmente incólume (sólo cambia la cantidad de años que restan de vida al individuo).

La Encuesta de Protección social (EPS) es una encuesta longitudinal, en la que se le consulta a un conjunto representativo de la población respecto a temas ligados con temas socialmente sensibles y protección social, tales como educación, salud, pensiones e ingresos, entre otros. Debido a que la reforma previsional realizada el año 2008 cambió sustantivamente el sistema previsional chileno, utilizamos la EPS 2009 que es la única con información posterior a la reforma que se encuentra disponible. Posteriormente limpiamos la base de todos aquellos afiliados que no tienen la

información necesaria sobre los salarios y el ahorro en el periodo 2008-2009. Realizando este procedimiento nos quedamos con 223 observaciones para el año 2008 y 206 para el año 2009.

Información Financiera

Para calcular las pensiones a las que pueden optar los trabajadores en cada periodo consideramos la modalidad de renta vitalicia debido a que la fórmula de cálculo de las pensiones que hemos establecido en la ecuación (3) es teóricamente la que debieran utilizar los agentes del mercado para su cálculo. En esta modalidad, cada compañía aseguradora ofrece un nivel de pensión al individuo, el cual puede ser aceptado o rechazado por el trabajador. Más detalles sobre las distintas modalidades pueden ser encontrados en el Anexo 2.

Con esto, si consideramos la expresión (3), necesitamos para estimar, las probabilidades de sobrevivencia, la tasa de interés, el nivel de pensiones al que se puede optar y la trayectoria de salarios esperada.

Las probabilidades de sobrevivencia correspondientes a cada edad y sexo que utilizaremos son las establecidas en la Circular N° 1314 de la Superintendencia de Valores y Seguros. Se debe recordar que estas las consideramos objetivas y compartidas por el mercado en su conjunto. Respecto de la tasa de interés, utilizamos el promedio de las tasas implícitas en las rentas vitalicias entregadas en el periodo 2006-2010. Esta información es recopilada y entregada por la Superintendencia de Pensiones de manera anual y desagregado por AFP.

Para proyectar las pensiones necesitamos, además de la tasa de interés, tener una estructura temporal de ahorro previsional. Para esto utilizamos como ahorro en el instante inicial, el ahorro previsional en la cuenta de capitalización individual de cada individuo en 2009 y construimos las proyecciones individuales agregando en cada periodo el aporte obligatorio legalmente del 10% de la Renta Imponible proyectada. Además, incluimos la rentabilidad que obtienen estos fondos al ser invertidos considerando la misma tasa de interés. La HPA presenta información mensual respecto de las Cuentas de Capitalización Individual, por lo que para obtener un valor anual del ahorro previsional inicial, consideramos en cada año el valor máximo alcanzado por este. Además, incluimos el Aporte Previsional Solidario (APS) perteneciente al Pilar Solidario del Sistema de Pensiones. No incluimos la Pensión Básica Solidaria debido a que la base HPA sólo incluye

individuos afiliados al sistema previsional y la PBS va dirigida a individuos sin derecho a pensión en ningún sistema. Más detalles sobre el cálculo del APS se pueden encontrar en el Anexo 3.

Para realizar las estimaciones necesitamos el salario actual de los individuos y las proyecciones que estos realizan para el futuro. Stock y Wise (1990) construyen estas proyecciones utilizando estimaciones de modelos individuales AR(2), sin embargo, en el caso chileno las limitantes informacionales no permiten seguir esta metodología. Esto se debe a que en la base de datos Historial Previsional de Afiliados Activos, Pensionados y Fallecidos (HPA) existen importantes lagunas, es decir, periodos en los que no se tiene información. Para evitar este problema, utilizamos una alternativa utilizada en Berstein et al (2005) para el caso chileno, que consiste en generar las expectativas de salarios futuros tomando como referencia el salario anual en los años para los cuales estimamos el modelo y una tasa de crecimiento real del 2%; otros estudios, como Arenas y Marcel (1999), también asumen cifras similares. En términos empíricos, el crecimiento promedio de los salarios reales en la década 1997-2007 fue 2%, no se considera 2008 dentro de este promedio puesto que ese año se desarrolló la crisis financiera internacional, con importantes efectos en Chile, pero sin alterar sus fundamentos de largo plazo. Si bien este supuesto puede parecer fuerte considerando las características especiales del grupo etario en cuestión, no resulta determinante para nuestros resultados ya que estimar utilizando tasas de crecimiento diferentes no los altera de manera considerable (para más detalle ver Anexo n° 1). En términos formales, asumimos una tasa de crecimiento γ , esto es:

Salud

A cada individuo le imputamos un stock construido en base a información de la EPS 2009. Esto se realiza por dos razones principales: no existen bases de datos disponibles que contengan simultáneamente información administrativas sobre salud y variables de índole financiera. Las encuestas EPS y CASEN incluyen información sobre ambos tipos de variables, sin embargo, en el caso de las variables financieras como el ahorro previsional y la renta imponible, el nivel de error en las respuestas puede ser importante (Arenas et al; 2006. Behrman et al; 2010) y son sólo contestadas por aquellos que conocen de esta información. Más aún la cantidad de encuestados para las que se observa esta información y que a la vez cumplen los requisitos para la jubilación de vejez no permiten realizar inferencia. Como dijimos anteriormente, los individuos contenidos en ambas

bases son los mismos, por lo que estamos imputando un stock construido con la misma información teóricamente.

Escogimos como indicador de salud la cantidad de días en el año previo a la EPS que los individuos reportan haber tomado licencia médica, es decir, que se encontraron imposibilitados de trabajar debido a complicaciones de salud. Este se encuentra intrínsecamente ligado con nuestro modelo ya que relaciona el stock de salud de cada individuo con su comportamiento laboral. Este es un indicador “negativo” de salud, es decir, que se relaciona de manera inversa con esta.

No utilizamos directamente la ecuación de movimiento de la salud planteada en el modelo (expresión (11)) debido a que sería necesario hacer supuestos adicionales sobre la manera en que la inversión en salud se transmite hacia el stock y estimar una tasa de depreciación de este. Utilizamos una forma reducida de esta expresión, en donde capturamos los efectos del ingreso y la depreciación a través del salario y la edad, respectivamente. El único problema en términos metodológicos es no descontar del nivel de ingresos la inversión que los individuos realizan en salud. Sin embargo, esto no debiera representar mayores problemas en la estimación debido a que no se incluye en ninguna de las etapas laborales.

Estimamos mediante MCO la siguiente expresión, que busca aproximar nuestra ecuación de movimiento:

Donde el coeficiente α se relaciona con la depreciación, mientras que β lo hace con la inversión y las condiciones iniciales. Los resultados de estas estimaciones se pueden observar en la tabla 8.

Adicionalmente, debemos considerar que no todos los individuos solicitan pensiones, por lo que imputar con los valores obtenidos de MCO llevaría a una sobrestimación de los días de licencia. El ideal sería estimar el modelo mediante un modelo de variable truncada, pero debido a las limitantes informacionales esto no fue posible. Para incluir este efecto, entonces ajustamos la cantidad de días predicha por la probabilidad de que el individuo pida licencia, que corresponde a los días esperados para el periodo en cuestión. En términos formales esto nos queda:

Y los resultados de las estimaciones son:

Tabla 8: Resultados MCO Salud

Edad Esperada	Coefficiente	Error Std.
Salario		
Edad	1,32	

Tabla 9: Resultados Probit Licencia

Edad Esperada	Coefficiente	Error Std.
Salario		
Edad		

Utilizamos estos coeficientes para imputar o predecir el nivel de salud de los individuos contenidos en la HPA. Para generar la trayectoria esperada para el futuro, realizamos el mismo procedimiento anterior, pero utilizando las expectativas de ingreso.

Como se puede observar, no se incluyen términos estocásticos, por lo que nuestra imputación es determinística. Esto genera que disminuya la varianza de nuestro indicador de salud, lo que puede generar que no se capturen adecuadamente los incentivos relacionados; particularmente con trabajadores que tienen un stock muy diferente al que predice nuestro modelo. Sin embargo, en la medida que buscamos estudiar la importancia de los incentivos a nivel agregado, enfocándonos como resultado final en la tasa de retiro a nivel agregado, creemos que este problema no debiera tener gran importancia. Sin perjuicio de esto, contar con una base unificada que nos permita observar todas las variables de un individuo sería de gran ayuda para este tipo de trabajo.

Utilidad

Toda la información presentada anteriormente será utilizada para generar la utilidad obtenida por los individuos al retirarse en cada momento del tiempo y sus correspondientes expectativas. Sabemos que para esto necesitamos β y γ ; sin embargo, al igual que el resto de la literatura (Stock y Wise; 1990. Belloni y Alessie; 2010), aproximaremos estos valores con

y respectivamente. Además, utilizamos el supuesto de que , , y son conocidas por los individuos en todos los momentos del tiempo.

VI. Estimaciones y Resultados

Estimamos dos versiones del modelo, con y sin variables de salud, mediante máxima verosimilitud. Para esto utilizamos datos transversales a toda la economía, lo que otorga una mayor robustez a los resultados. Sin embargo, debemos considerar que nuestra base es una muestra representativa de aquellos afiliados al sistema previsional, quienes podrían ser intrínsecamente diferentes al resto de los trabajadores. En primera instancia estimamos el modelo sin considerar los incentivos de salud y utilizamos los parámetros obtenidos para predecir la tasa de retiro. Posteriormente estimamos el modelo incluyendo los parámetros de salud.

Función de Verosimilitud

Recordemos que la probabilidad de que un trabajador se retire en el instante t , dado que no lo ha hecho antes, es la siguiente:

Dónde:

La inclusión de los parámetros asociados a salud no cambia la forma general de estas funciones, debido a que entran directamente en la función de utilidad instantánea, por lo que la función de verosimilitud genérica es la misma. Sin perjuicio de lo anterior, en el modelo con salud se deben estimar un mayor número de parámetros, en el modelo básico estimamos α , β , y γ , mientras en el modelo ampliado no estimamos δ pero si ϵ y ζ . Siguiendo a Belloni y Alessie (2010), si definimos η y θ de la siguiente manera:

La función de verosimilitud nos queda:

Donde $F(\cdot)$ corresponde a la función de distribución acumulada normal estándar y n es el número de individuos.

Este modelo se basa en la probabilidad de retirarse dado que no se hecho antes. Por lo tanto la verosimilitud que de ella se deriva, está correcta sólo si el individuo considera retirarse por primera vez en el instante t o bien, si las razones que lo llevaron a postergar el retiro hasta (mínimo) ese periodo no tienen relación con las decisiones que tome desde t en adelante. La solución a este problema sería considerar en la estimación sólo aquellos individuos que cumplen por primera vez en su vida los requisitos para jubilarse, es decir, que tienen el mínimo de la edad legal y además, que nunca pudieron optar a la jubilación anticipada. En este trabajo se desechó esa estrategia debido a la escasez de datos y a la imposibilidad de detectar quienes han tenido la oportunidad de jubilar anticipadamente. Si consideramos el instante 0 como el primero en que el individuo puede jubilarse, la probabilidad condicional a no haberse retirado antes es de la siguiente manera:

Esta función, que corrige la posible autoselección de los trabajadores, requiere una importante cantidad de información, por lo que sólo Belloni y Alessie (2010) la han estimado. En aquel trabajo, se comparan los modelos condicional y no condicional, encontrando que la autoselección da como resultado que la utilidad marginal del ocio, capturado en el parámetro β , se estima seriamente sesgada a la baja si no se considera este problema.

Optimización

La función de verosimilitud que presentamos en la expresión (7) no es continua en los parámetros que deseamos estimar, debido a que cada conjunto de parámetros les corresponde un θ propio, que es a la vez una función de estos. El problema es que θ no tiene una forma funcional definida en este caso, por lo que, la función de verosimilitud tampoco será continua ni diferenciable. Por lo tanto, para llevar a cabo nuestra estimación por máxima verosimilitud utilizamos un procedimiento de búsqueda que admite esta clase de no-linealidades. En síntesis, lo que hace este algoritmo es evaluar la función de verosimilitud con un gran número de combinaciones de posibles valores de los parámetros y posteriormente escoge aquella combinación que entrega el mayor valor de la función. Parte desde un punto inicial e identifica las zonas del espacio donde puede estar el argumento que maximiza la función y en las sucesivas iteraciones va reduciendo el tamaño de estas zonas hasta que logra encontrar un punto máximo. Para implementar esta estrategia es necesario primero definir el punto inicial para el algoritmo.

Al estimar considerando distintos puntos iniciales, constatamos la existencia de múltiples máximos locales, por lo que para encontrar un máximo global primero encontramos el conjunto de máximos locales y luego elegimos el mayor entre todos estos. Como estos se asocian a puntos iniciales diferentes, idealmente, se debiera optimizar con todos los valores posibles de estos y comparar el máximo obtenido con cada uno de ellos. Sin embargo, esto no es factible debido a que el conjunto de posibles puntos iniciales es infinito. Por ello definimos una metodología para determinar los puntos iniciales óptimos al menor costo posible.

En primer lugar evaluamos solamente el caso de la varianza. Debido a que el conjunto de los posibles valores no está acotado superiormente, hemos escogido un rango amplio, en el cual interpolamos mil puntos diferentes. Estimamos considerando como punto inicial de la varianza cada uno de estos y los resultados encontrados por Stock y Wise (1990) para el resto de los parámetros. En cada estimación, evaluamos la función de verosimilitud y luego encontramos el máximo valor de esta. Posteriormente, tomamos ese punto y los dos más cercanos para armar un rango más acotado de estimación. Nuevamente interpolamos mil puntos distintos y realizamos el mismo proceso anterior. En lo que sigue consideramos como valor inicial de la varianza el que hemos encontrado en esta segunda ronda.

Respecto del resto de los parámetros, sabemos que estos se encuentran acotados entre 0 y 1. Nuevamente hemos trabajado en dos etapas: primero interpolamos 3 números diferentes en el rango

[0,1], obteniendo cinco posibles valores para cada parámetro: las dos cotas (0 y 1) más las interpolaciones (0,25; 0,5; y 0,75). Luego generamos todas las combinaciones posibles entre estos puntos y realizamos las estimaciones utilizando cada una de estas como punto inicial. Posteriormente, para finalizar la primera etapa, escogimos aquella que nos entrega el mayor valor de la función (). En una segunda etapa, reducimos el espacio de posibles valores iniciales al rango comprendido entre el punto inmediatamente mayor y el inmediatamente inferior a , es decir, . Generamos nuevos puntos candidatos interpolando 3 valores en este rango y realizamos el mismo procedimiento anterior. Los resultados se obtienen escogiendo como punto inicial aquella combinación que entrega el mayor valor de la verosimilitud en esta segunda etapa.

Esta metodología no puede probar la inexistencia de otro máximo global, pero en la medida que cubrimos completamente el espacio de valores posibles, generando una especie de rejilla fina en el espacio relevante, se reduce de manera importante esta posibilidad. Estimar reduciendo el espacio de la rendija considerablemente, puede proveer mayor seguridad, pero también traería costos computacionales que aumentan de manera exponencial. Por último, se debe tener en consideración que debido a que el espacio de valores posibles es continuo, existen infinitas combinaciones de estos y por ende infinitos puntos iniciales. De esta manera, ninguna metodología logrará descartar totalmente la existencia de otro máximo local; este trabajo se enmarca en lo sugerido por la literatura para estos casos (Cameron y Trivedi; 2005). Con este procedimiento obtuvimos resultados puntuales, por lo que para obtener errores estándar e intervalos de confianza realizamos bootstrap.

Modelo Base

El modelo base es aquel que no incluye los parámetros directamente asociados a salud. En primera instancia realizamos la estimación para el año 2009, que es para el cual tenemos datos en la EPS y posteriormente para 2008 como medida de robustez.

Valores de los parámetros

Los resultados de las estimaciones son los siguientes:

Tabla 10: Resultados Modelo Base (MV)

Parámetro	Estimador	Error std.	I.C. Inferior 5%	I.C. Superior 5%

Tabla 11: Resultados Trabajo Stock y Wise (1990)

Parámetro	Estimador	Error std.

Se puede ver que β toma valores similares en ambos trabajos. Si bien estos son menores a los que comúnmente se encuentra en la literatura, esto puede interpretarse como la tasa de descuento intertemporal que los individuos utilizan en la toma de decisiones en este contexto particular y no en todos los ámbitos de su vida (Stock y Wise; 1990). Respecto del valor de γ se observa mayor divergencia, nuestras estimaciones dan cuenta de trabajadores con un menor nivel de aversión al riesgo, al punto que la función de utilidad es casi lineal en el nivel de ingreso. El hecho que el máximo se haya alcanzado en β y no γ , implica que la restricción que impusimos a este parámetro (que pertenezca al intervalo $[0,1]$) no está activa. El coeficiente correspondiente a β , indica que β de ingreso mientras se trabaja es equivalente a β mientras se está retirado, confirmando que los individuos valoran el ocio en una magnitud similar a lo encontrado por Stock y Wise (1990). Este efecto persiste más allá del desgaste propio de la edad que es capturado por β .

Por último, a partir del valor estimado de β se puede concluir que la desutilidad generada por el trabajo crece de manera menos que proporcional a medida que aumenta la edad. Al considerar β y γ en conjunto, vemos que el descuento por trabajar es mayor en este estudio que en Stock y Wise (1990), donde no se incluye β (por lo que no lo reportamos en la tabla anterior). De manera equivalente, podríamos asumir que en ese trabajo tomaba el valor 0.

Ajuste del modelo

Uno de los puntos centrales de la literatura generada en torno al “Option Value Model” es la capacidad predictiva que tiene este (Stock y Wise; 1990. Lumsdaine et al; 1990 . Belloni; 2008). Para evaluar esto en el contexto de este modelo, presentamos a continuación la tasa de retiro predicha en nuestras estimaciones, su respectivo intervalo de confianza y la tasa real:

Tabla 12: Ajuste Modelo Base

	Predicción	Real	I.C. Inferior 5%	I.C. Superior 5%
Tasa retiro				

Se puede observar que el modelo tiene un buen nivel de ajuste en términos de la tasa predicha, diferenciándose de la tasa real en menos de un punto porcentual. Sin embargo, los intervalos de confianza presentan una alta amplitud, mesurando la potencia del resultado.

En este sentido, es importante destacar que los trabajos estructurales normalmente no construyen intervalos de confianza, limitándose a presentar estimaciones puntuales de los parámetros y la tasa de retiro, y los que lo hacen no mencionan claramente cuál es la metodología utilizada (bootstrap o método delta, por ejemplo). Además, salvo Belloni y Alessie (2010), los trabajos suelen encontrar intervalos de confianza amplios, lo que en nuestro caso se ve potenciado porque contamos con una cantidad menor de individuos y hemos utilizado el método del percentil para evitar realizar supuestos adicionales sobre las función de distribución de los parámetros. Por último, al observar los intervalos de confianza, se puede concluir que el mayor problema de precisión proviene de la estimación de los parámetros β y γ , mientras el resto parece estimarse con un nivel de precisión razonable.

Sin perjuicio de esto, la capacidad que tiene el modelo para predecir la tasa de retiro con un bajo nivel de error no puede ser considerada fruto de la casualidad puesto que es un resultado transversal a todos los estudios de “Option Value Model”. Además, los valores de los parámetros son plausibles.

Robustez

Para comprobar la robustez de nuestros resultados, estimamos el mismo modelo pero utilizando información del año 2008. Para esto, previamente ajustamos los parámetros del problema a los valores que tomaron durante este periodo. Los resultados de la estimación fueron los siguientes:

Tabla 13: Estimación año 2008

Parámetro	Estimador	Error Std.

En esta tabla podemos observar que los coeficientes, con excepción de la varianza, se mantienen relativamente estables, confirmando la robustez de nuestros resultados.

En cuanto al ajuste, probamos la robustez de este prediciendo la tasa de retiro con los estimadores encontrados para el año 2008:

Tabla 14: Ajuste Modelo año 2008

	Predicción	Real
Tasa de Retiro		

Podemos ver que el modelo tiene un nivel de ajuste menor, diferenciándose en algo más de tres puntos porcentuales de la tasa real. Sin embargo, continua manteniendo un alto nivel predictivo, sobre todo si consideramos que en 2008, la reforma previsional estaba recién siendo implementada

y existía un gran nivel de desconocimiento de parte del país. Adicionalmente, los intervalos de confianza se mantienen amplios.

Modelo con Variables de Salud

En esta sección presentamos los resultados de las estimaciones del modelo considerando los factores de salud. Sin embargo, como sólo tenemos información de salud para el 2008, no podemos realizar pruebas de robustez como en el caso del modelo base.

Valores de los parámetros

Los resultados de las estimaciones son los siguientes:

Tabla 15: Resultado Modelo con Salud

Parámetro	Estimador	Error std.	I.C. Inferior 5%	I.C. Superior 5%

Podemos observar que los estimadores de los parámetros son en todos los casos similares a los del modelo sin variables de salud. En particular, aquellos no relacionados con el factor de desgaste se mantuvieron especialmente estables, casi sin registrar variaciones. Esto nos indica que los parámetros son altamente robustos y que el modelo base es capaz de sintetizar de buena manera la información relacionada con estos. Los parámetros relativos al desgaste por edad y salud registraron variaciones más significativas aunque dentro de un rango acotado: y disminuyeron alrededor de sólo 3%. Esto quiere decir que el valor de en el modelo base refleja en buena parte la mayor importancia relativa de los individuos que tienen un buen nivel de salud. Mientras que en el de esto indica una menor importancia relativa del desgaste relativo a la edad. Este resultado no debe

interpretarse como que la salud no tiene efectos sobre el comportamiento previsional, si no más bien que la edad y la constante resumen de buena manera la información del individuo representativo. La importancia que tienen estos quedará en evidencia al realizar las simulaciones respectivas. Por último, vemos que los intervalos de confianza se mantienen incólumes, lo que parece razonable dado que los parámetros también se mostraron estables.

Ajuste del modelo

Al igual que en el caso base, presentamos la tasa de retiro predicha por el modelo, su intervalo de confianza y la tasa efectiva:

Tabla 16: Ajuste Modelo con Salud

	Predicción	Real	I.C. Inferior 5%	I.C. Superior 5%
Tasa retiro				

Debido a que los resultados de la estimación son similares a los del modelo base, era esperable que las tasas de retiro fueran cercanas. En este caso se puede observar que la tasa predicha se aleja en menos de medio punto porcentual adicional de la efectiva, manteniendo en este contexto un buen poder predictivo. En este caso también se puede observar que los intervalos de confianza también son amplios.

VII. Simulaciones

Con los valores encontrados anteriormente, simulamos el efecto que tendrían sobre la tasa de retiro, cambios en los parámetros del problema. Escogimos 3 variables diferentes para realizar las simulaciones: tasa de interés, ahorro previsional y nivel de salud. En todos los casos utilizamos el modelo que incluye incentivos de salud y variamos (sólo) el parámetro en cuestión en distintos sentidos y magnitudes. Al interpretar los resultados debe tomarse en cuenta que la decisión que estamos evaluando es de naturaleza dicotómica, es decir, los individuos sólo tienen dos opciones: retirarse o postergarlo al menos un periodo más. En este sentido, los cambios en la tasa de retiro se deben a aquellos individuos que están relativamente más cerca del margen, es decir, aquellos individuos para los cuales Δ es más cercano a 0, son los que tienen mayor probabilidad de modificar su decisión. Sin embargo, el efecto del cambio en alguna variable puede ser cero o cercano a cero, lo cual constituiría un resultado igualmente importante. Aquí no se evalúa la significancia de la variable. Un análisis de sensibilidad teórico de otras variables puede ser encontrado en el Anexo n°3.

Cambio en

Formalmente, un cambio en Δ tendrá el siguiente efecto:

$$\frac{\partial \Delta}{\partial \Delta} = \frac{\partial \Delta}{\partial \Delta} + \frac{\partial \Delta}{\partial \Delta} \quad 1$$

Esta expresión no tiene signo definido debido a que existen dos efectos contrapuestos. El primer término, que es negativo, se genera porque al aumentar la tasa de interés disminuye el valor presente de la diferencia entre Δ y Δ , es decir, como la compensación se anualiza, el valor presente de esta disminuye. El segundo, que es positivo y corresponde al segundo término, se genera por el aumento en el nivel de pensiones a las que se podría optar en el futuro producido por la mayor rentabilidad. En esta sección simulamos la tasa de retiro frente a niveles de Δ mayores al actual en 1%, 2%, 5%, 10%, 15%. Los resultados obtenidos son los siguientes:

¹ El desarrollo algebraico puede ser revisado en el anexo 3

Tabla 17: Simulación de cambios en tasa de interés

Escenario	0	I	II	III	IV	V
Tasa de Retiro						

Podemos observar que la tasa de retiro muestra un comportamiento no lineal frente a cambios en r . Para variaciones pequeñas, prima el efecto positivo de las mayores pensiones que se pueden obtener instantáneamente, mientras que para aumentos más considerables (y poco plausibles) de la rentabilidad, los individuos prefieren postergar el retiro en pos de mayor rentabilidad.

Cambio en r

Un cambio en r tendrá el siguiente efecto sobre el valor de la compensación:

$$\frac{\partial C}{\partial r} = \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial r} + \frac{\partial C}{\partial r} \quad 2$$

También se pueden ver dos efectos simultáneos sobre C : el primero es negativo y corresponde al efecto causado por pérdida de consumo que experimenta durante la vida laboral como consecuencia del mayor ahorro y por el hecho de que en el instante t puede conseguir una mejor pensión debido al mayor ahorro. El segundo efecto es positivo y se genera por el aumento en la jubilación a la que puede optar en el futuro debido a la mayor acumulación. Al igual que en el caso anterior, el efecto final dependerá de los órdenes de magnitudes de ambos. Este parámetro está determinado exógenamente por las leyes que rigen el sistema previsional chileno. Evaluaremos el efecto de cambiar esta tasa de ahorro en 2,5%, 5% y 10% adicionales. Los resultados obtenidos con estas simulaciones son los siguientes:

² El desarrollo algebraico puede ser revisado en el anexo 3

Se puede observar que las tasas de retiro varían de manera significativa en la dirección predicha. Un aumento de 10% en el stock de salud de los trabajadores puede llevar a una caída en la tasa de retiro de hasta seis puntos porcentuales. Esto nos indica, que aun considerando los efectos financieros dados por el nivel de pensiones y de salarios, la salud y el desgaste que enfrentan los trabajadores en sus actividades laborales son tomados en consideración dentro de su toma de decisiones. Tal como mencionamos en la sección “Literatura Relevante”, esto se encuentra en línea con la evidencia anterior. Tal como Bound et al (2007), Satoshi et al (2012), Banks et al y Roberts et al (2010), entre otros; encontramos que la salud efectivamente juega un rol importante en las decisiones de retiro de los individuos. De esta manera, si aumenta el stock para la población entera, debe disminuir la tasa de retiro y a la inversa. En términos de política pública, esto implica que en el diseño de políticas previsionales, debe tomarse en consideración que los trabajadores y sus respectivos empleos son diferentes más allá del nivel de renta que perciben, y por lo tanto, el impacto sobre el bienestar puede ser más complejo de determinar que lo previsto originalmente. No es lo mismo aumentar la edad de jubilación para trabajadores que enfrentan un alto nivel de desgaste físico que para aquellos con un nivel más bajo.

VIII. Conclusiones

En esta tesis hemos estudiado los incentivos financieros y de salud relevantes en la decisión de jubilación de los trabajadores, concluyendo que estos son fundamentales. Para esto, hemos utilizado como base el “Option Value Model”, original de Stock y Wise (1990), de amplia difusión en la literatura previa y lo hemos modificado para incluir un factor de desgaste laboral asociado a la edad y la salud de los trabajadores. Adicionalmente adaptamos el modelo para incluir características propias de un sistema previsional de capitalización individual, como el existente hoy en Chile.

Modelamos explícitamente el valor de la opción a postergar el retiro como la compensación (en unidades monetarias) exigida por los trabajadores para renunciar a esta (Milevsky; 2002). En línea con la literatura, encontramos que esta opción es una medida resumida de los incentivos implícitos en la decisión de jubilación.

Estimamos el modelo en dos versiones diferentes, una considerando sólo los incentivos financieros y la edad, y otra en que se incluyen los de salud. Los resultados son plausibles y similares a los encontrados por Stock y Wise (1990), comprobando uno de los puntos que más resalta en la literatura sobre esta familia de modelos: el alto valor predictivo. Tanto en el modelo original como en el que incluye salud, el modelo fue capaz de predecir una tasa de retiro similar a la observada en la práctica, por lo que concluimos que el modelo original resume de buena manera toda la información relacionada.

Por último, simulamos (teórica⁴ y analíticamente) el efecto de cambios en tres parámetros relevantes del sistema previsional. Primero, evaluamos el impacto de cambios en la rentabilidad del ahorro previsional, encontrando que para aumentos entre 1% y 5% de este parámetro, la tasa de retiro aumenta. Esto nos indica que los individuos prefieren retirarse antes debido a que ahora pueden jubilarse en mejores condiciones. Para aumentos mayores a 5%, prima el efecto acumulación, es decir, los trabajadores prefieren esperar debido a que de esta forma optan a mejores pensiones en el futuro.

Luego, estudiamos el efecto de variaciones en la tasa de cotización previsional. En este caso, encontramos que al aumentar esta, aumenta también en todos los casos la tasa de retiro, es decir, los trabajadores deciden aprovechar instantáneamente las mejores pensiones que pueden obtener. Este

⁴ Más detalles ver anexo 3.

resultado sugiere que si un alza en la tasa de cotización previsional no va acompañada de un aumento en la edad de retiro, el efecto sobre las pensiones será parcial debido a que los trabajadores se retirarían antes y por ende, acumularán durante una menor cantidad de años.

La última simulación realizada, consiste en variaciones exógenas del stock de salud de los individuos. Encontramos que al aumentar este, disminuye la tasa de retiro, concluyendo que los trabajadores efectivamente tienen un nivel de desgaste laboral que va más allá de la edad. Esto sugiere que en la evaluación de políticas previsionales debe tenerse en cuenta la heterogeneidad en el stock de salud y el desgaste generado por el trabajo, por lo que el efecto sobre el bienestar individual puede ser complejo de analizar.

Creemos que este trabajo constituye un aporte a la discusión previsional actual y permite tener un primer acercamiento a una herramienta para la evaluación de políticas ampliamente difundida. Sin embargo, aún se requieren algunas mejoras importantes para que su utilización sea efectiva. En primer lugar, realizar las estimaciones con información sobre una mayor fracción de la población permitiría lograr un mayor grado de precisión tanto para los parámetros como para las predicciones. Además, con una cantidad mayor de información, es posible realizar mayores desagregaciones y estimar los efectos de cambios en los parámetros sobre trabajadores diferentes en cuanto a edad y estatus socioeconómico, entre otros factores.

A pesar de estos problemas, creemos que este trabajo ayuda a entender de mejor manera la decisión de retiro de los trabajadores y la importancia de los incentivos que enfrentan, particularmente en el caso previsional chileno. Esto pretende ayudar a una mejor comprensión del problema, pero por sobre todo a la elaboración de mejores políticas públicas previsionales.

Referencias

1. Anderson, K., Burkhauser, R. (1985). "The retirement-health nexus: a new measure of an old Puzzle". *The journal of human resources* (20), 315-330.
2. Arenas de Mesa, A., Bravo, D., Behrman, J., Mitchell, O., Todd, P., "The chilean pension turn 25: lessons from the social protection survey". NBER working paper N° 12401.
3. Arenas de Mesa, A., Marcel, M. (1999). "Fiscal effects of social security reform in Chile: The case of minimum pension". Trabajo presentado en el foro regional APEC sobre fondos de pensiones.
4. Ausink, J., Wise, D. (1993). "The military pension, compensation and retirement of U.S. air force pilots". NBER working paper N° 4593.
5. Banks, J., Emmerson, C., Tetlow, G. (2007). "Healthy retirement or unhealthy inactivity? How important are financial incentives explaining retirement". IFS working paper.
6. Behrman, J. Mitchell, O., Soo, C. Bravo, D. (2012). "How financial literacy affects household wealth accumulation?". *American Economic review* (102), 200-304.
7. Berk. J. (1998). "A simple approach for deciding when to invest". NBER working paper N° 6678.
8. Berkovec, J., Stern, S. (1991). "Job exit behavior of older men". *Econometrica* (59), 189-210.
9. Belloni, M. (2008). "The option value model in retirement literature: the trade of between computational complexity and predictive validity". ENEPRI research report N° 50.
10. Belloni, M., Alessie, R. (2010). "Retirement choices in italy: what an option value model tell us". Center for research on pensions and welfare policies, working paper N° 92/10.
11. Berstein, S., Larrain, G., Pino, F. (2005). "Cobertura, densidad y pensiones en Chile: Proyecciones a 20 años plazo". Superintendencia de Pensiones, documento de trabajo N° 12.
12. Bloom, D., Canning, D., Moore, M., (2007). "A theory of retirement". NBER working paper N° 13630.

13. Bloom, D., Canning, D., Moore, M., (2004). "The effect of improvements in health and longevity on optimal retirement and saving". NBER working paper N° 10919.
14. Blundell, R., Meghir, C., Smith, S. (2002). "Pensions Incentives and the pattern of early retirement". *The economic journal* (112), C153.C170.
15. Borinson, A. (2005). "Real option analysis: where are the emperor's clothes". *Journal of applied corporate finance* (17), 17-31.
16. Borsch-Supan, A., Schnabel, R., Kohnz, S., Mastrobuoni, G., (2004). "Micro-modeling of retirement decisions in Germany". En "Social security programs and retirement around the world: micro-estimation". NBER, 285-343.
17. Bound, J. Schoenbaum, M., Waidman, T. (2000). "Health Limitations and early retirement". Michigan retirement research center, project UM 99-Q2, University of Michigan.
18. Bound, J., Waidman, T. (2007). "Estimating the health effects of retirement". Michigan retirement research center N° 168, University of Michigan.
19. Bound, J., Stinebricker, T., Waidmann, T. (2010). "Health, economic resources and the work decisions of older men". *Journal of Econometrics* (156), 106-129.
20. Burkhauser, R., Butler, J. Gumus, G. (2003). "Option value and Dynamic programming model estimates of social security disability insurance application timing". IZA discussion paper N° 941.
21. Cameron, C., Trivedi, K. (2005). "MICROECONOMETRICS: Methods and Applications". Cambridge University press.
22. Coile, C., Gruber, J. (2000). "Social Security and retirement". NBER working paper N° 7830.
23. Currie, J., Madrian, B. (1998). "Health, health insurance and the labor market". Northwestern University/ University of Chicago Joint center for poverty Research, JCPR working paper n° 27.
24. D'albis, H., Lau, S., Sanchez-Romero, M. (2012). "Mortality transition and differential incentives for early retirement". *Journal of economic theory* (147), 261-283.
25. Damodaran, A. "The promise and peril of real options". Stern school of business, lecture notes.
26. Daula, T., Moffitt, R., (1995). "Estimating Dynamic models of quit behavior: the case of military reenlistment". *Journal of labor economics* (13), 499-523.

27. Deschryvere, M. (2005). "Health and retirement decisions, an update of the literature". ENEPRI research report N° 6.
28. Disney, R., Emmerson, C., Wakefield, M. (2003). "Ill health and retirement in Britain: A panel data based analysis". The Institute for Fiscal Studies, working paper 03/02.
29. Erdogan-Ciftci, E., Van Doorslaer, E., Lopez-Nicolás, A. (2011). "Does declining Health affect the responsiveness of retirement decisions to financial incentives?". NETSPAR discussion paper N° 01/2011-005.
30. Fields, G., Mitchell, O. (1982). "Economic Determinants of the optimal retirement age: an empirical investigation". NBER working paper N° 876.
31. French, E. (2005). "The effects of health, wealth, and wages on labour supply and retirement behaviour". *Review of Economic Studies* (72), 395-427.
32. Grossman, M. (1972). "On the concept of health capital and the demand for health". *Journal of Political Economy* (80), 223-255.
33. Gruber, J., Wise, D., (2004). "Social security programs and retirement around the world: micro-estimation". University of Chicago press.
34. Gunstman, A. Steimer, T. (1983). "A structural retirement model". NBER working paper N° 1237.
35. Hamermesh, D. (1982). "Expectations, life expectancy and economic behavior". NBER working paper N° 835.
36. Ingersoll, J., Ross, S. (1992). "Waiting to invest: Investment and uncertainty". *The Journal of Business* (65) 1-29.
37. Jimenez-Martin, S. Labeaga, J., Vilaplana, C. (2006). "A sequential model of older workers' labor force transitions after a health shock". *Health Economics* (15), 1033-1054.
38. Karl Scholz, J., Seshadri, A., Khitatrakun, S., (2006). "Are Americans saving optimally for retirement". *Journal of Political Economy* (114), 607-642.
39. Karlstrom, A. Palme, M. Svensson, I. (2011). "Assessing the welfare change from a pension reform". *International Tax and Public Finance* (18), 634-657.

40. Kingston, G. (1999). "Efficient Timing of retirement". Working papers in economics N° 99-03, The university of Sidney Australia.
41. Kuhn, M., Wrzaczek, S., Prskawetz, A., Feichtinger, G. (2012). "Optimal choice of health and retirement in a life cycle model". Vienna University of Technology working papers in economic theory and policy N° 01/2012.
42. Lindeboom, M. (2012). "Health and work of older men". En "The elgar companion to health economics", Jones, A.
43. Lumsdaine, R., Stock, J. Wise, D. (1990) "Three models of retirement: computational complexity versus predictive validity". NBER working paper N° 3558.
44. Martinez, C, Sahm, C. (2009). "Limited Understanding of Individual Retirement Accounts Among Chileans". Documento de Trabajo n° 296. Departamento de Economía, Universidad de Chile.
45. McDonald, R., Siegel, D. (1982). "The value of waiting to invest". NBER working paper N° 1019.
46. Milevsky, M., Young, V. (2002). "Optimal asset allocation and the real option to delay annuitization: it's now or never". York-Schulich-Finance Working Paper N° MM11-1
47. Mitchell, O. Fields, G. (1983), "The economics of retirement behavior". NBER working paper N° 1128.
48. Myers, S. (1977). "Determinants of corporate borrowing". Journal of financial economics (5), 147-175.
49. OECD. (2013). "Pensions at Glance".
50. Paredes, R. Díaz, D. (2013). "Pensiones y tasas de remplazo generadas por el sistema de AFP en Chile". Dictuc, Estudio encargado por la asociación gremial de AFP.
51. Piekkola, H., Leijola, L. (2004). "Time Use, health and retirement". ENEPRI research report N° 5.
52. Roberts, J. Jones, A., Rice, N. (2010). "Sick of work or too sick to work? Evidence on self-reported health shocks and early retirement from the BHPS". Economic Modelling (27), 866-880.

53. Ross, S. (1995). “ Uses, abuses and alternatives to the net-present-value rule”. *Financial Management* (24), 96-102.
54. Rust, J., Phelan, C. (1997). “How social security and medicare affect retirement behavior in a world of incomplete markets”. *Econometrica* (65), 781-831.
55. Samwick, A. (1998). “New Evidence on pensiones, social security and the timing of retirement”. NBER working paper N° 6534.
56. Samwick, A., Wise, D. (2003). “Option Value Estimation with Health and Retirement Study Data”. En “Labor Markets and firm benefit policies in Japan and the United States”, NBER.
57. Satoshi, S. Mayu, F. Takashi, O. (2012). “Option value of work, health status and retirement decisions: new evidence from the japanese study of aging and retirement”. RIETI discussion paper 12-E-050.
58. Stock, J., Wise, D. (1990). “Pensions, the option value of work and retirement”. *Econometrica* (58), 1151-1180.
59. Stock, J., Wise, D. (1990). “The pension inducement to retire: an option value analysis”. En “Issues in the economics of aging”, NBER, 205-230.
60. Superintendencia de pensiones. (2010). “El sistema Chileno de Pensiones”.
61. Superintendencia de Valores y Seguros, Circular N° 1314.

Anexo n° 1

A continuación presentamos los resultados de las estimaciones considerando distintas tasas de crecimiento para los salarios.

Parámetro/	(base)

Anexo n° 2: Estructura del sistema de Pensiones Chileno

Pilares del sistema de Pensiones

El fin último de los distintos sistemas de pensiones en el mundo es proveer ingresos a las personas en aquellas circunstancias en que ellas pierden su capacidad para generarlos por sí mismas, ya sea debido a vejez o discapacidad. Con este objetivo, el sistema está organizado en torno a 3 pilares fundamentales integrados que buscan, por un lado, garantizar cierta continuidad en el estándar de vida una vez que concluye la etapa laboral, y por otro, disminuir la incidencia de la pobreza (especialmente extrema) en esta misma etapa. Estos 3 pilares o mecanismos corresponden a uno solidario, uno de contribución obligatoria y uno de contribución voluntaria. Como un soporte a este sistema de pensiones, existe una importante institucionalidad compuesta tanto por entes privados y pertenecientes al mercado que constituyen la base del sistema, como por instituciones públicas que cumplen diferentes roles, desde crear una red de protección social hasta velar por la estabilidad sistémica. La integración de todo lo anterior da como resultado un sistema de contribución definida, con importante presencia de protección social financiada públicamente.

El actual sistema de pensiones, que es el que se describe en este capítulo, entró en vigencia el año 1981 y reemplazó el antiguo sistema de reparto, que se encontraba en serios problemas financieros y dejaba serias dudas sobre su viabilidad en el largo plazo. En ese momento, los trabajadores que se encontraban afiliados al sistema antiguo tuvieron que elegir entre permanecer en el sistema vigente en ese momento o cambiarse al nuevo sistema de “Administradoras de Fondos de Pensiones (AFP)”. Aquellos que decidieron cambiarse, recibieron como compensación por las cotizaciones ya realizadas “Bonos de Reconocimiento”, abonados directamente a sus nuevas cuentas de capitalización individual. Los trabajadores que se afiliaron con posterioridad a 1981, sólo podían hacerlo al sistema nuevo.

En esta sección explicaremos el funcionamiento de los 3 pilares mencionados anteriormente en conjunto con la importancia y la misión de las instituciones más importantes, todo desde el punto de vista del afiliado, que es la óptica que se utiliza en este trabajo.

Pilar Solidario

Debido a su naturaleza de contribución definida, los beneficios de retiro que recibe una persona están principalmente definidos por su historial de cotizaciones, en particular, su monto y densidad. Esto ocasiona que frente a situaciones (en teoría particulares) relacionadas con el mercado laboral como informalidad, largos periodos de desempleo, tardía afiliación al sistema, bajo nivel de ingreso, entre otras; la pensión a la que pueden optar los afiliados pueda ser considerada insuficiente en relación a un “estándar de vida mínimo” que se busca implementar.

Dado esto, el sistema cuenta con un Pilar Solidario, cuyo objetivo es disminuir o eliminar la incidencia de la pobreza de los retirados. Funciona asegurando a los individuos pertenecientes al 60% más pobre de la población el acceso a una pensión básica, tanto de vejez como de invalidez, a través de dos mecanismos distintos: el Aporte Previsional Voluntario (APS) que va dirigido a personas con cierto nivel de ahorro, que tienen derecho a pensión en algún sistema, pero cuyo monto es insuficiente, y la Pensión Básica Solidaria (PBS), cuyo público objetivo son los individuos sin derecho a pensión en ningún sistema. Es importante mencionar que la integración de este Pilar con el Contributivo Obligatorio, fue diseñada de tal forma que cada peso de ahorro previsional que la persona haga se traduce en un aumento en su jubilación, buscando que no se generaran incentivos perversos en el sistema.

La administración de este pilar se hizo recaer sobre el Instituto de Previsión Social (IPS), que es el mismo encargado de administrar el sistema antiguo de reparto mientras este se extingue.

Pilar Contributivo Obligatorio

El Pilar Contributivo Obligatorio está basado en la capitalización individual. La afiliación y cotización en este es obligatoria para los trabajadores dependientes y voluntaria para los independientes y personas que no reciban renta (quienes solo realizan aportes voluntarios). Sin embargo, una reforma realizada durante el año 2008 estableció que la cotización también debía ser obligatoria para trabajadores independientes a contar del 2014. Este pilar tiene como objetivo fundamental que el estándar de vida de los jubilados se acerque razonablemente al que tenían durante la vida laboral.

En este sistema, cada trabajador posee una cuenta donde se depositan sus aportes, los que se capitalizan y ganan (o pierden) la rentabilidad de las inversiones que las Administradoras de Fondos

de Pensiones (AFP) realizan con ellos. En el momento que decidan jubilarse, este capital se les devuelve en forma de alguna modalidad de pensión. El aporte mensual corresponde por ley al 10% de las remuneraciones del trabajador, con un tope de 64,7 UF.

Los fondos de los trabajadores recién afiliados al sistema son entregados a la AFP más barata, mediante una licitación, para su manejo por un plazo mínimo de 5 años, tras el cual los individuos pueden escoger AFP libremente, pudiendo cambiarse cómo máximo una vez al año. Este ahorro obligatorio es administrado bajo un esquema de múltiples fondos, que se diferencian en la proporción invertida en renta variable (v/s renta fija). Esto pretende elevar el valor esperado de los beneficios de los afiliados a través de distintas estrategias de inversión a distintos horizontes, además de permitir una mayor interacción con las preferencias de los cotizantes. Cada afiliado puede escoger hasta 2 fondos distintos para invertir sus cotizaciones en fracciones determinadas por él, pero deben ser administrados por la misma AFP.

Por este manejo de fondos de inversiones las AFP cobran comisiones, que pueden fijar libremente pero que deben ser iguales para todos los afiliados, independiente de su edad, el monto ahorrado y el fondo que hayan seleccionado. La única diferencia es la base sobre la cual se cobran estas, ya que la ley establece que serán un porcentaje de la renta imponible de los trabajadores y de los beneficios pagados a los jubilados.

Pilar Voluntario

El último pilar del sistema corresponde al Voluntario, donde los cotizantes pueden realizar aportes y depósitos programados de manera voluntaria en un amplio espectro de instituciones e instrumentos. También pueden hacerlo los empleadores en las cuentas de sus empleados si así lo desean. Para incentivar la afiliación a este sistema se han generado importantes incentivos tributarios, principalmente relacionados con el impuesto a la renta tanto de empresas como de trabajadores. Así mismo, para aquellos trabajadores que no tienen renta declarada, pero que quisieran participar del sistema se ha creado la figura del Cotizante Voluntario dentro de este pilar.

Beneficios

Existen 3 tipos de pensiones pagadas por el sistema: Pensión de Vejez, a la que pueden optar los hombres de 65 y mujeres de 60 años con cotizaciones; Vejez Anticipada, para la cual son elegibles los individuos de cualquier edad tal que el beneficio que recibirían es al menos el 70% de su renta imponible promedio de los últimos 10 años; y de Invalidez y Sobrevivencia, que se otorga a personas con discapacidad o cuya principal fuente de sustento ha fallecido.

Los cotizantes pueden escoger entre las siguientes modalidades de pensión, en las que deben utilizar la totalidad de su ahorro:

1. Retiro Programado: Se mantiene el dinero en la AFP y se retiran anualidades calculadas de manera actuarial, considerando el grupo familiar y las expectativas de vida, mientras tenga fondos disponibles. Bajo esta modalidad, el jubilado es quien asume el riesgo financiero y de sobrevivencia. Puede cambiarse por renta vitalicia en cualquier momento.
2. Renta Vitalicia: Se compra el pago de una pensión (actuarial) a una aseguradora, que deberá pagar el beneficio de por vida y beneficios de sobrevivencia a los afiliados correspondientes. En este caso, es la aseguradora quien asume el riesgo financiero y de sobrevivencia.
3. Retiro Programado con Renta Vitalicia Inmediata: Una fracción del ahorro, determinada por el individuo, se utiliza en renta vitalicia y lo restante en retiro programado.
4. Renta Temporal con renta vitalicia diferida: Se contrata con una aseguradora un sistema de renta vitalicia cuyos pagos comiencen en alguna fecha posterior a la de pensión, antes de la cual el jubilado recibirá mensualmente una pensión financiada con lo remanente en su cuenta de AFP.

Una característica importante, es la protección por trabajos pesados, que permite a trabajadores que realizan un gran desgaste físico o psicológico (determinado por una comisión), pagar una “sobrecotización” del 2% y retirarse anticipadamente a razón de 2 años por cada 5 años de sobrecotización. Además, si el trabajador obtiene una pensión superior al 150% de la PBS y el 70% de la remuneración promedio de los últimos 10 años, puede hacer retiro de los excedentes.

Instituciones del sistema de Pensiones

Tal como mencionamos anteriormente, este sistema descansa en una importante institucionalidad tanto pública como privada. Las primeras abarcan un amplio espectro de funciones que van desde la administración del sistema de reparto antiguo y del pilar solidario, hasta velar por la estabilidad financiera. En cuanto al sector privado, el aporte de este tiene relación con el manejo de los fondos de los afiliados mientras permanecen en el mercado laboral, y posteriormente con el pago de sus pensiones. En este apartado buscamos explicar las principales funciones del sistema.

Superintendencia de AFP

La SAPF tiene como objetivo fundamental regular y supervisar el sistema de pensiones y de seguro de cesantía. Para esto tiene que mantener actualizada y estandarizada la normativa que afecta al sistema y verificar su cumplimiento, supervisar el manejo de los riesgos que realizan las AFPs e identificar las acciones correctivas y mitigaciones necesarias. Además, debe cumplir algunas labores “de apoyo” a los distintos actores del sistema como realizar estudios prospectivos y de planificación estratégica, comunicar y orientar sobre el sistema de pensiones y proveer distintos servicios financieros que la ley indica (como valoración de activos, cálculo de garantías laborales y parámetros del sistema, entre otros).

Administradoras de Fondos de Pensiones y compañías de seguros

Las AFP son empresas privadas de giro único cuya función es administrar las cuentas de capitalización individual de los individuos, acorde a los parámetros escogidos por estos, cobrando a cambio una fracción del ingreso imponible en el caso de los trabajadores, y una fracción de la jubilación en el de los retirados. La administración de los fondos, no sólo implica realizar labores de inversión en un esquema de multifondos, sino que también realizar la cobranza de las cotizaciones, los trámites de pensión y de pago de pensiones en los casos necesarios; y contratar seguros de invalidez y sobrevivencia para sus afiliados.

Las compañías aseguradoras intervienen en el proceso a través de los seguros mencionados anteriormente, y del manejo de fondos y pago de pensiones en las modalidades que así lo especifican.

Comisiones

Comisión de Usuarios

Tiene como función informar a la Subsecretaría de Previsión Social y otros organismos Públicos del sector sobre las evaluaciones que los afiliados al sistema hacen del funcionamiento de este, y las estrategias que proponen para mejorarlo, principalmente en educación y difusión.

Consejo Técnico de Inversiones

Su objetivo es dar a la regulación de inversiones de los Fondos de Pensiones una adecuada flexibilidad y adaptabilidad antes los mercados financieros, junto con mayor espacio para la toma de decisiones de las AFP, pero siempre resguardando la seguridad de los fondos y la estabilidad del sistema.

Comisión Ergonómica Nacional

La misión de esta es calificar trabajos pesados, de modo que los afiliados que se desempeñen en estos puedan optar a la protección por este tipo de trabajos, cotizando una fracción más alta y jubilando antes.

Comisión de Invalidez

Esta comisión debe determinar si los distintos postulantes a estos beneficios cumplen con los requisitos establecidos. Tienen derecho a pensión de invalidez, bajo cualquier esquema, los individuos no pensionados que sin cumplir los requisitos de edad sufran un menoscabo permanente de su capacidad de trabajo de al menos dos tercios en el caso de la Pensión de Invalidez Total, y cincuenta por ciento para la Pensión de Invalidez Parcial.

Anexo n° 3: Análisis de Sensibilidad

En esta sección analizaremos el impacto que tiene sobre la decisión de jubilación de los trabajadores cambios en distintos parámetros claves, lo que resulta esencial para entender como estos afectan el sistema de incentivos presente en este problema. Para esto buscamos determinar analíticamente como afectan estos cambios al valor de V , separando en cada caso los distintos efectos que estén presentes.

Cambio en δ

El parámetro δ corresponde a la depreciación de la salud, entendida de manera similar a la depreciación del capital físico, es decir, es el desgaste que sufre H de manera “natural” periodo a periodo. Un aumento en el valor de este parámetro, que implica un deterioro mayor de esta en cada periodo, genera incentivos a retirarse antes debido a que, al disminuir el stock de salud, aumenta la desutilidad de trabajar. De esta forma tenemos:

$$\frac{\partial V}{\partial \delta} = \frac{\partial V}{\partial H} \frac{\partial H}{\partial \delta}$$

Y aplicando la regla de la cadena, de manera simplificada, nos queda:

$$\frac{\partial V}{\partial \delta} = \frac{\partial V}{\partial H} \frac{\partial H}{\partial \delta}$$

La primera derivada en el paréntesis, $\frac{\partial V}{\partial H}$ refleja el cambio en la pensión P que deja al sujeto indiferente como consecuencia de un cambio en la utilidad que percibe del consumo mientras trabaja. Esta debe ser positiva puesto que a mayor utilidad, más incentivos existen a trabajar. La segunda derivada, $\frac{\partial H}{\partial \delta}$ es el cambio en H que se produce cuando cambia el stock de salud.

El signo de esta última expresión es positivo debido a las condiciones que establecimos previamente sobre las funciones U y V : debido a que U mide la desutilidad de trabajar asociada a cada estado de salud, esta es decreciente en el nivel de esta última; mientras que V , que es el ponderador del consumo durante la vida laboral activa, debe ser creciente en H puesto que depende negativamente de δ . Por último, el término $\frac{\partial V}{\partial H}$ es negativo debido a que una mayor

depreciación de la salud impacta negativamente en su stock. En síntesis, dado que $\frac{\partial V}{\partial \theta} < 0$, tenemos que $\frac{\partial V}{\partial \theta} < 0$.

Cambio en

Este parámetro corresponde a la tasa de inversión en salud, que hemos asumido constante en este modelo. Un cambio en esta debiera generar un efecto de sentido ambiguo en el valor de la opción V . Esto se debe a que si aumenta θ , por una parte, caeteris paribus, también debiera aumentar el nivel del stock de salud, generándose una disminución en la desutilidad de trabajar. Pero por otra parte, los individuos tienen un menor nivel de consumo a lo largo de su vida. Es importante recordar que tras la jubilación el efecto de θ sólo repercute de forma negativa con el menor consumo. Lo anterior se puede observar en lo siguiente:

$$\frac{\partial V}{\partial \theta} = \frac{\partial V}{\partial H} \frac{\partial H}{\partial \theta} + \frac{\partial V}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial \theta}$$

Recordemos que:

$$\frac{\partial H}{\partial \theta} > 0 \quad \frac{\partial C}{\partial \theta} < 0$$

Y por lo tanto:

$$\frac{\partial V}{\partial \theta} = \frac{\partial V}{\partial H} \frac{\partial H}{\partial \theta} + \frac{\partial V}{\partial C} \frac{\partial C}{\partial \theta}$$

El primer término en el paréntesis de la expresión (30) corresponde al efecto positivo, que se produce debido a que el individuo, a sabiendas que ahora puede consumir menos con la misma pensión, exigiría que se le pague aún más para jubilarse ahora. El segundo corresponde al efecto negativo, ya que independiente del nivel de beneficios que lo deje indiferente, siempre va a consumir menos, y por lo tanto la diferencia entre las trayectorias de consumo que habría que

financiarle para que se retire ahora es menor. Nuevamente el efecto final depende de las magnitudes de dos efectos contrapuestos.

Cambio en

En este modelo incluimos β dentro del término que pondera la utilidad del consumo de los trabajadores para indicar la desutilidad que genera el trabajo o la pérdida de ocio. Un aumento en este parámetro induce al individuo a exigir una menor compensación debido a que en caso de retirarse, lo que gana en utilidad por más disfrute de ocio es mayor, es decir, si aumenta β la diferencia entre la utilidad del consumo cuando trabaja y la que percibe cuando está retirado es aún mayor. Formalmente:

$$\frac{\partial \beta}{\partial \beta} = \frac{\partial}{\partial \beta} \left(\frac{U(\bar{c}) - U(c)}{U(c)} \right) > 0$$

Que es menor a 0 debido a que $\frac{\partial U(c)}{\partial \beta} < 0$.

Cambio en

El parámetro α corresponde a la fracción constante del ingreso que el individuo ahorra para su jubilación. Recordemos que este ahorro se realiza sólo mientras el individuo está trabajando. Si varía el valor de este parámetro también tendremos un efecto ambiguo: por una parte está el incentivo a retirarse inmediatamente ya que de esta forma, se dejan de pagar las cotizaciones previsionales, y por otra está el efecto acumulación, ya que esperar un año más ahora tiene un mayor pago que antes. De esta forma podemos observar lo siguiente:

$$\frac{\partial \alpha}{\partial \alpha} = \frac{\partial}{\partial \alpha} \left(\frac{U(\bar{c}) - U(c)}{U(c)} \right) > 0$$

El primer término del paréntesis es negativo y corresponde a la pérdida de consumo que experimenta durante la vida laboral como consecuencia del mayor ahorro, mientras que el segundo es la contraparte, es decir, el aumento en la jubilación (que se recibiría hoy) recibida debido al mayor ahorro. El efecto final, dependerá de las magnitudes relativas de ambos efectos.

Cambio en

Un aumento en el nivel de la tasa de interés debe aumentar la compensación necesaria para que el individuo se retire inmediatamente, reflejando una disminución en los incentivos en este sentido. Esto se debe a que una mayor tasa de interés implica una mayor jubilación, como consecuencia de una mayor acumulación de activos. Matemáticamente tenemos lo siguiente:

$$\frac{\partial W}{\partial r} = \frac{\partial W}{\partial r} + \frac{\partial W}{\partial r}$$

La expresión anterior no tiene un signo definido. El primer término es estrictamente negativo y da cuenta que al aumentar la tasa de interés, las anualidades y pensiones se hacen más caras, por lo que con un mismo nivel de ahorro se obtiene una jubilación menor. El segundo término no tiene un signo ambiguo debido a que si aumenta la tasa de interés, el individuo tendría una mayor ganancia en pensión de esperar. Esto ocurre tanto para $\beta < 1$ como para $\beta > 1$, pero debido a que el efecto es más que proporcional, el segundo término es positivo.

Cambio en

Este parámetro mide la aversión al riesgo de los individuos.

$$\frac{\partial W}{\partial \sigma} = \frac{\partial W}{\partial \sigma} + \frac{\partial W}{\partial \sigma}$$

La expresión desarrollada es compleja (se presenta en el anexo) y da cuenta de dos efectos claros. Por una parte, se exige una menor compensación β , ya que ahora un mismo nivel de jubilación otorga mayor utilidad; pero por otro, la utilidad del ingreso (a través del consumo) es mayor y dado que sólo se tienen ingresos del trabajo, el sujeto buscaría posponer su jubilación. De esta forma, el efecto final es ambiguo. La derivada “completa” es:

$$\frac{\partial W}{\partial \sigma} = \frac{\partial W}{\partial \sigma} + \frac{\partial W}{\partial \sigma} - \frac{\partial W}{\partial \sigma}$$

Dónde:

En esta expresión se puede observar que existen efectos tanto positivos como negativos, no siendo posible distinguir cuales priman.

Anexo n° 4: Adaptación a Chile

En este anexo presentamos las modificaciones que le realizamos al modelo general para su aplicación al caso Chileno. Estas consisten en las formas de calcular el nivel de beneficios que está explícitamente reglamentada, y la introducción del Pilar Solidario del Sistema de pensiones.

Cálculo de Beneficios

Sabemos que los individuos pueden retirarse eligiendo distintas modalidades que implican distintos niveles de beneficios y de riesgos para el afiliado. Independiente de las características especiales de cada una de estas, las pensiones se calculan de manera actuarial como el máximo pago posible tal que el valor presente del flujo de estos sea idéntico al saldo en la cuenta individual. Sin embargo, algunas particularidades del sistema chileno, como el pilar solidario y las pensiones de sobrevivencia, hacen que el cálculo no sea tan directo y tenga ciertas diferencias con las anualidades estándar. En este trabajo, por simpleza, asumiremos que la única modalidad disponible es la de renta vitalicia bajo la cual, el jubilado recibe una pensión constante en términos reales desde el periodo que se jubila hasta el periodo en que muere. Una de las omisiones importantes, que se deja para investigación futura es la de los incentivos ligados a la herencia y pensiones que dejan los afiliados a su familia. Estas pueden afectar tanto el valor de la pensión, según ha sido definido por la autoridad como la función de utilidad de los trabajadores. La pensión recibida por un trabajador no solo depende de sus características individuales, si no también de las de su cónyuge e hijos, debido a que frente a la muerte del trabajador, estos reciben una pensión llamada asistencial si es que cumplen con ciertos requisitos, la que también debe ser financiada con la cuenta de capitalización individual. Además, los fondos contenidos en la cuenta de capitalización individual constituyen herencia en caso del fallecimiento de este, por lo que es factible que el trabajador también tome en consideración esto al momento de jubilarse. En esta tesis, al individuo sólo le importan los beneficios que él recibirá a lo largo de su vida y por lo tanto, sólo le interesan los beneficios heredados en la medida que estos afectan el cálculo de su pensión.

Para obtener el nivel de jubilación total a la que puede optar el individuo, debemos obtener antes el nivel de beneficios obtenidos del Pilar Solidario y el Pilar Contributivo Obligatorio. En términos del primero, en este trabajo sólo consideramos el Aporte Previsional Solidario, que le corresponde a aquellos individuos afiliados al sistema cuya pensión es considerada insuficiente. Las fórmulas para

su cálculo ha sido determinadas por ley y es utilizadas en este trabajo sin realizar modificaciones. El estado determina los parámetros relevantes para su cálculo, como la estructura de tasas de interés proyectada y las probabilidades de sobrevivencia en cada momento. En cambio, en el caso del Pilar Contributivo Obligatorio, el estado regula la fórmula de cálculo de beneficios de todas las modalidades con la excepción de la renta vitalicia, que es lo que consideramos aquí. Por lo tanto, realizamos el cálculo de estas pensiones utilizando la fórmula de cálculo actuarial, presentada en la siguiente sección, y la tasa de interés implícita en las pensiones entregadas, publicada por la SAFP.

Pilar Solidario

El pilar solidario del sistema de pensiones asegura, a través de la Pensión Básica Solidaria y el Aporte Previsional Solidario, que los beneficios que reciben los jubilados no sean menor que un nivel considerado insuficiente. Esto con el objetivo de asegurar un estándar de vida mínimo a este grupo de la población.

Pensión Básica Solidaria

La PBS no será incluida en nuestras estimaciones. Esto se debe a que está orientada a individuos que no se encuentran afiliados al sistema previsional, cuya información no se encuentra contenida en la base Historial Previsional de Afiliados Activos, Pensionados y Fallecidos, que es la utilizada en este trabajo.

Aporte Previsional Solidario

El segundo mecanismo que tiene el Pilar Solidario para cumplir su meta es el Aporte Previsional Solidario, dirigido a los afiliados al sistema de AFP que tienen derecho a pensión pero cuyo monto se considera insuficiente, en el sentido de que es menor a un monto fijado como mínimo. Si un individuo puede financiar con sus ahorros obligatorios una pensión menor a la denominada “Pensión Máxima con Aporte Solidario” (PMAS), tiene derecho al Aporte Previsional Solidario que es proporcional al saldo en su cuenta individual al momento de la solicitud. De esta forma se busca preservar los incentivos a cotizar y participar en el sistema, lo que no ocurriría si este sistema actuara como un subsidio que financia la diferencia.

Para capturar esto, utilizaremos la siguiente fórmula de cálculo, tal como ha sido definida por la SAFP en el documento “El Sistema Chileno de Pensiones” (2010) para este grupo de afiliados:

Donde $PMAS$ es la Pensión Máxima con Aporte Solidario, que corresponde a un parámetro definido por el gobierno. PB es la pensión base, que se define como la suma de la Pensión autofinanciada de referencia (una renta vitalicia inmediata calculada sin condiciones especiales de cobertura (hijos, cónyuge etc.) y utilizando la tasa de interés promedio de las rentas vitalicias o de vejez del mercado y las pensiones de sobrevivencia que el trabajador se encuentre recibiendo (no consideradas en este trabajo). De esta manera, PB es en este modelo exactamente igual a PB . Por último, en esta tesis sólo consideramos las pensiones de vejez, por lo que

De esta manera, simplificando la expresión anterior

obtenemos lo siguiente:

En esta expresión podemos ver que el valor del APS es cero si $PB < PMAS$. De manera resumida, considerando las condiciones para optar al APS tenemos:

Pilar Contributivo Obligatorio

Ya mencionamos que el cálculo de las pensiones se realiza de manera actuarial simulando los pagos correspondientes a una renta vitalicia. Sin embargo, se realizan algunos ajustes que buscan dar cuenta de las características del grupo familiar del afiliado, ya que se contemplan distintos beneficios heredados a las familias. Además, la tasa de interés relevante en cada caso no es constante y por lo tanto el beneficio recibido en cada momento depende de las proyecciones que se tengan de la estructura de tasas de interés. En términos simples se hace de la siguiente forma:

Esto no es diferente de lo presentado en nuestro modelo, donde tenemos:

La diferencia nace de la forma en que se calcula el Factor. Primero en la “fórmula real” se considera la estructura de tasas de interés proyectada y no un nivel constante como en el modelo. Segundo, este se ajusta debido a las pensiones de sobrevivencia que deja el afiliado a sus beneficiarios. Cuando un afiliado, activo o retirado, fallece, los fondos que mantiene en su cuenta de capitalización individual son utilizados para proveer pensiones a sus familiares directos. Esto da origen a la siguiente definición:

Donde CNU al “Capital Necesario Unitario”, que es el precio o valor presente de una pensión P , ya sea de sobrevivencia o vejez. F es el grupo familiar del individuo, por lo que en esta fórmula podemos observar que dentro del cálculo de las pensiones, se consideran no sólo la del trabajador mismo, si no las que eventualmente podría recibir también su grupo familiar. Una vez que el individuo se jubila, el cálculo de los flujos futuros se va actualizando periódicamente acorde a los cambios en las tasas de interés esperadas y realizadas; la probabilidad de sobrevivencia. Estos aspectos son comunes a todas las modalidades, las diferencias entre ellas, que surgen de sus características especiales, se ven reflejadas directamente en las fórmulas determinadas por el regulador.