

VIII ENCUENTRO DE ECONOMÍA PÚBLICA

Cáceres, 8 y 9 de febrero de 2001

***Los modelos de descuento hiperbólicos frente al
modelo de utilidad descontada: evidencia empírica para
cuatro categorías de bienes***

**Angelina Lázaro
(alazaro@posta.unizar.es)**

Universidad de Zaragoza

“Los científicos tienen la piel gruesa. No abandonan una teoría simplemente porque los hechos la contradigan. Normalmente, o bien inventan una hipótesis de rescate para explicar lo que ellos llaman una simple anomalía o, si no pueden explicar la anomalía, la ignoran y centran su atención en otros problemas” (Imre Lakatos, *La metodología de los programas de investigación científica*, 1978; pp. 12-13).

Resumen

En este trabajo se compara el modelo de descuento estándar con tres modelos de descuento hiperbólico mediante regresión no lineal con el objeto de analizar el ajuste de los diferentes modelos a las preferencias temporales de una muestra aleatoria de la población de Zaragoza. A pesar de que las tasas de preferencia temporal decrecen con el tiempo implicado en las elecciones, los resultados ponen de manifiesto la superioridad del modelo de descuento convencional en tres de los cuatro contextos de elección intertemporal contemplados, por lo que el decrecimiento de las tasas incompatible con la teoría prescriptiva no puede interpretarse de modo inmediato como evidencia favorable a los modelos de descuento alternativos.

1. Introducción

La teoría económica se fundamenta en el supuesto del individuo racional. En la teoría de la elección intertemporal, es decir del Modelo de Utilidad Descontada (Samuelson, 1937), el comportamiento racional está definido por un conjunto de axiomas. En todos los desarrollos axiomáticos al modelo de elección intertemporal (Koopmans, 1960; Lancaster, 1963; Fishburn y Rubinstein, 1982; Bleichrodt y Gafni, 1996) se incluye, bajo diferentes denominaciones, el axioma fundamental de estacionariedad.

Supongamos que (x, t_1) e (y, t_2) denotan dos pares de consecuencias x e y ocurridas en un tiempo t_1 y t_2 . Por la propiedad de estacionariedad, si un individuo se mantiene indiferente entre esas dos alternativas, x e y , entonces se impone que:

$$(x, t_1) \sim (y, t_2) \iff (x, t_1 + \Delta t) \sim (y, t_2 + \Delta t), \text{ siendo } x < y, t_1 < t_2, \Delta t > 0.$$

Si ambas alternativas son indiferentes para el individuo, incrementando en idéntica cuantía el tiempo de ocurrencia de las alternativas, la indiferencia ha de mantenerse. Esta condición de estacionariedad es necesaria para asegurar el descuento convencional a tasa constante.

Sin embargo, frente a la teoría prescriptiva que presenta el descuento estándar a un factor constante entre periodos como único modelo racional de elección intertemporal, la investigación descriptiva muestra que las preferencias temporales de los individuos no son estacionarias, desviándose del comportamiento que puede ser acomodado por el modelo estándar. Los trabajos experimentales muestran tasas de preferencia temporal que decrecen a medida que se incrementa el horizonte temporal implicado en la elección. Por ejemplo, Thaler (1981) obtuvo tasas medianas en los intercambios de dinero del 39% para un mes, 29% para un año y en el 12% para diez. Olsen (1993) midió la preferencia temporal por mejoras de salud, siendo los valores medianos 22,9% para un horizonte temporal de cinco años y 10,2% para el plazo de 20 años. Johannesson y Johansson (1996), al estudiar los intercambios relativos a vidas salvadas, obtuvieron tasas

medias de preferencia temporal del 25% para 20 años y del 8% para 100, pasando por el 12% en el horizonte intermedio de 50 años. A esta relación inversa entre preferencia temporal y horizonte temporal implicado en la elección se la ha denominado “efecto temporal” y contradice el axioma de estacionariedad, razón por la cual se conoce en la literatura con el término “anomalía”.

Es decir, si se incrementan las fechas de las consecuencias en un intervalo común disminuye la relación entre los atrasos temporales, de manera que se tendrá:

$$(x, t) \succ (y, t) \implies (x, t_1) \succ (y, t_2), \text{ siendo } x < y, t_1 < t_2, \Delta t > 0.$$

Como consecuencia del efecto temporal podrá darse que los individuos varíen las preferencias entre una alternativa menor y cercana y otra mayor y más alejada cuando ambas son pospuestas. Así, un individuo puede preferir recibir 1000 pesetas hoy a 1100 dentro de un año, y a la vez, percibir la opción de recibir 1000 pesetas después de 10 años menos preferible a la de esperar un año extra para recibir 1100 pesetas después de 11 años. Este cambio de rumbo en las preferencias o el hecho de que los individuos exhiban impulsividad –o elección de la alternativa menor y más temprana– a la vez que autocontrol –o elección de la mayor y más demorada opción– ha sido contrastado en varios experimentos (Ainslie y Haendel, 1982; Winston y Woodbury, 1991; Kirby y Herrnstein, 1995; Roelofsma y Keren, 1995).

Pero si es absolutamente incontestable que las personas no descuentan a una tasa constante, entonces sus decisiones podrán variar conforme transcurre el momento temporal en que se sitúa el decisor, es decir, se comportarán de manera temporalmente inconsistente en la terminología de Strotz (1956). Únicamente si los individuos descuentan el futuro a una tasa constante sus planes se cumplirán con el transcurso del tiempo.

Por tanto estacionariedad implica tasa de descuento constante, pero tasa de descuento no constante implica inconsistencia en las preferencias. La estacionariedad o estabilidad de las preferencias, en definitiva, es un prerequisite para generar planes consistentes o racionales.

El efecto temporal identificado ataca directamente al núcleo duro del modelo de descuento normativo. Aunque en ocasiones se argumenta que el efecto está propiciado porque los individuos son incapaces de realizar cálculos en los términos que exige el modelo normativo, una respuesta más aceptable es que los individuos no se adhieren al modelo de descuento convencional en su descuento temporal ya que sus cálculos temporales siguen otras pautas.

En este trabajo se realiza un análisis de esas pautas, esto es, de la naturaleza de la relación matemática o forma cuantitativa de la función por la que el valor presente de una cuantía es descontado conforme el atraso se incrementa. Para ello, se dispone de los resultados de una encuesta en la que se enfrenta a los individuos a situaciones hipotéticas de elección intertemporal en diferentes horizontes temporales.

En este contexto, el primer objetivo del trabajo es dar a conocer el descuento hiperbólico que en los últimos tiempos ha recabado la atención de psicólogos del comportamiento y economistas, ya que dicho descuento puede representar una mejor descripción del comportamiento humano que el descuento convencional, y además está abriéndose paso entre los ambientalistas y filósofos, en el ámbito de la evaluación económica de políticas públicas con elevados efectos intemporales, dado el mayor peso que concede a las consecuencias futuras de esas políticas. Y por tanto, como modelo para el descuento social.

Segundo, el análisis de si el descuento hiperbólico se ajusta mejor a los datos de que disponemos que el descuento convencional, y si es así, qué forma funcional es superior en cada uno de los cuatro ámbitos de elección intertemporal –dinero privado, salud privada, dinero social, salud social– permite responder a una serie de interrogantes: ¿la mejor forma funcional es coincidente para diferentes categorías de bienes? ¿es mejor el descuento hiperbólico que el exponencial ante intercambios sociales o no? ¿puede mantenerse el descuento convencional en el contexto social, y con ello en la toma de decisiones públicas, a la vez que para intercambios privados resulta de mayor valía el hiperbólico?

Para acoger estos objetivos, se revisan en la sección segunda las formulaciones alternativas que han sido planteadas en la literatura. La tercera sección se dedica a la descripción de la muestra. A continuación se presentan los datos y el método en que se basa el trabajo empírico. En el

apartado cuarto se recogen los resultados, mientras que la última sección se destina a las conclusiones.

2. Modelos de descuento alternativos al descuento convencional

Como ha señalado Prelec (1989; p. 6), si omitimos la estacionariedad del modelo de utilidad descontada, entonces, “abrimos la caja de Pandora de las posibles funciones de descuento para objetos o actividades cuyos costes y beneficios se prolongan en el tiempo”.

Las formulaciones alternativas más tempranas al modelo de descuento exponencial de Samuelson (1937) no surgen como respuesta al efecto temporal, sino que son el resultado de experimentos paramétricos conducidos por psicólogos del comportamiento. Los primeros análisis de este tipo fueron desarrollados con animales. Así el trabajo pionero de Chung y Herrnstein (1967) con palomas permitió a los autores concluir cómo el valor subjetivo de una recompensa está inversamente relacionado con la duración del atraso, es decir, la función de descuento es una función simple recíproca de la forma $(t \neq 1/t$. Mazur (1987) investigó los atrasos que mantienen indiferentes a los animales entre dos recompensas, hallando una relación lineal entre los tiempos acorde con una función de descuento hiperbólica (de la cual la forma recíproca es un caso especial), al estilo de la sugerida por Herrnstein (1981): $(t \neq 1/(1 + kt)$.

Con el afán de avanzar hacia modelos de descuento que predigan mejor el comportamiento individual, Green, Fry y Myerson (1994) incluyeron en la

ecuación hiperbólica un exponente en el denominador, interpretado como sensibilidad al atraso. De manera que la función de descuento hiperbólico queda: $a(t) = 1/(1+kt)^f$.

El elemento común a todos los trabajos anteriores es el de haber sido desarrollados por psicólogos del comportamiento. En esta área del conocimiento puede afirmarse que el modelo de descuento convencional ha sido “reemplazado” como descriptivo del comportamiento humano y que los modelos han ido refinándose a la par que aumentando su poder explicativo.

Entre los economistas, Harvey (1986, 1992 y 1994) introduce el modelo de descuento proporcional según el cual la función de descuento $a(t)$ es una función fraccional lineal $a(t) = b/(b+t)$, donde $b > 0$ es un parámetro análogo al $r > 0$ en el modelo de descuento constante. Además, existe una familia de tales funciones $a(t) = (b/(b+t))^m$ (siendo $m > 0$). Y Loewenstein y Prelec (1992), han propuesto la hipérbola generalizada como la función de descuento acorde con el decrecimiento de las tasas de preferencia temporal:

$$a(t) = 1/(1+gt)^{h/\xi}, \text{ siendo } h, g > 0.$$

Pues bien, todos los modelos planteados poseen factores de descuento que decrecen a lo largo del tiempo. En general, los modelos cuyos factores de descuento decrecen con el tiempo han sido denominados hiperbólicos. Las características de estos modelos alternativos en relación con el modelo de descuento convencional a tasa constante de Samuelson (1937) pueden resumirse en tres apartados (cuadro 1).

Cuadro 1. Propiedades de los modelos de descuento.

Descuento convencional	Descuento hiperbólico
<p>1. La tasa a la que se descuenta el futuro es independiente del atraso (es constante para todos los periodos).</p>	<p>1. El factor de descuento depende de un parámetro que es constante entre periodos, pero no produce un cambio porcentual constante en el valor por unidad de tiempo.</p>
<p>2. El valor presente disminuye en una proporción fija por unidad de tiempo, es decir, el valor futuro es descontado aritméticamente con el atraso.</p>	<p>2. Para cortos atrasos temporales la función hiperbólica es más abrupta y más plana para atrasos amplios, correspondiendo con un cambio porcentual por unidad de tiempo inversamente relacionado con el atraso.</p>
<p>3. La preferencia entre dos cuantías separadas por una diferencia fija en el atraso mantendrán una relación constante en sus valores presentes. Las funciones de descuento convencional nunca se cortan, de manera que si ante una elección entre una cuantía pequeña y cercana y una grande y más tardía el individuo prefiere la primera opción, la misma relación de preferencias se mantendrá no importa cuán alejadas estén en el futuro.</p>	<p>3. La preferencia entre dos cuantías separadas por una diferencia fija en el atraso no mantendrá una relación constante en sus valores presentes. Las funciones de descuento hiperbólico se cortan, permitiendo variaciones sistemáticas en las preferencias individuales entre una pequeña recompensa y un corto atraso y una mayor recompensa y mayor atraso.</p>

3. Datos y métodos

Los datos de que disponemos han sido obtenidos mediante encuesta a una muestra aleatoria de la población de Zaragoza mayor de 20 años. En el cuestionario se plantean cuatro escenarios hipotéticos de elección intertemporal. En ellos se ofrece una ganancia presente monetaria y de salud y se pide la cuantía futura que dejaría a los individuos indiferentes. Los cuatro escenarios son dinero privado –una ganancia en un premio en la lotería–, dinero social –una inversión pública en mejorar los parques y zonas verdes de la ciudad–, salud privada –una mejora en el estado de salud habitual previamente descrito del individuo– y salud social –un programa que salva vidas–. Las respuestas revelan implícitamente las tasas de preferencia temporal por la salud y el dinero, tanto privadas como sociales, de los encuestados.

Cada individuo se ha enfrentado en cada uno de los escenarios a una pregunta de corto plazo y a otra de largo plazo. Y además, se realizaron tres cuestionarios diferentes en función del horizonte temporal implicado en las elecciones. De manera que se dispone de tasas de preferencia temporal para los 2-11 años, 4-13 años y 6-15 años.

Las tasas de preferencia temporal a partir de las elecciones intertemporales son calculadas como: $r = (VF/VP)^{1/t} - 1$. Donde r es la tasa de preferencia temporal, VP representa la cuantía ofrecida, VF la cuantía futura especificada por el encuestado, y t el número de años implicados en la elección.

Los factores de descuento asociados a cada uno de los modelos objeto de estudio son los siguientes:

- a) Modelo convencional de Samuelson (1937): $(t \neq 1/(1+r)^t$.
- b) Modelo hiperbólico de Harvey (1986): $(t \neq 1/(1+t)^m$.
- c) Modelo hiperbólico de Mazur (1987): $(t \neq 1/(1+kt)$.
- d) Modelo hiperbólico de Loewenstein y Prelec (1992):
 $(t \neq 1/(1+gt)^{h/\xi}$

Puede apreciarse que el modelo de Harvey es más simple que los adelantados más arriba. La razón de esta simplificación es que en caso contrario, tanto ese modelo como el de Loewenstein y Prelec conducirían a idénticos resultados por cuanto los parámetros de ambos estarían relacionados.

Estas formas funcionales pueden ser comparadas mediante análisis de regresión no lineal de un parámetro (para los tres primeros modelos) y dos parámetros (modelo de Loewenstein y Prelec). El análisis posibilita determinar los valores óptimos para todos los parámetros r , m , k , g y h . Puesto que existen únicamente dos observaciones por individuo, no nos interesa tanto el estudio absoluto de la bondad de los ajustes a través del coeficiente de determinación como el análisis comparado de las diferentes formas funcionales, puesto que los R^2 habrán de ser necesariamente bajos.

4. Resultados y discusión

Un total de 337 individuos respondieron a la mayor parte del cuestionario, con lo que disponemos de casi 1330 tasas de preferencia temporal en las preguntas de corto plazo y otras tantas en el largo plazo. Del total de los individuos, un 43% son hombres y un 57% mujeres. De ellos, un 38% poseen estudios hasta el nivel de primarios o por debajo, un 37% posee estudios secundarios y el 25% poseen estudios universitarios. El grupo de edad más representado en la muestra es el de 20 a 34 años, con un 45% del total, entre 35 y 49 años se sitúa el 29% de los individuos, mientras que únicamente el 26% tienen igual o más de 50 años. El hecho de que la muestra posea un porcentaje tan elevado de población joven se debe a que las personas que se hallaban en los grupos de edad más avanzada fueron eliminadas de la muestra original por entender que sus elecciones en los horizontes temporales más amplios podrían estar condicionadas por su esperanza de vida.

Se recogen las tasas estimadas en cada uno de los cuatro subdominios y por lo que respecta al corto y al largo plazo en cada uno de los tres cuestionarios suministrados (cuadro 2). Tras comprobar que las 24 distribuciones no son normales (contraste Kolmogorov-Smirnov de normalidad, $p < 0,05$) aplicamos el contraste no paramétrico de los rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas con el objeto de apreciar si las tasas de preferencia temporal decrecen del menor al mayor horizonte temporal en cada una de las 12 comparaciones corto-largo plazo.

Las tasas exhiben el efecto temporal en 10 de las comparaciones ($p < 0,0001$), no existiendo diferencias estadísticamente significativas en las distribuciones del dinero privado entre los 4 y los 6 años ($p = 0,610$) ni entre los 6 y los 15 años para el dinero social ($p = 0,320$). El efecto temporal es especialmente marcado en el ámbito de la preferencia temporal por la salud privada.

Dado este efecto temporal, se realizan los análisis de regresión no lineal. Los valores óptimos para los parámetros, así como la bondad de los ajustes a través de los coeficientes de correlación para cada una de las 48 regresiones realizadas se recogen en los cuadros 3.1 (t=2 y t=11), 3.2 (t=4 y t=13) y 3.3 (t=6 y t=15).

Cuadro 2. Tasas de preferencia temporal subjetivas (%) en función del horizonte temporal.

		DINERO		SALUD	
		privadas	sociales	privadas	sociales
2 años	Media	14,46	13,89	86,40	32,02
	Mediana	14,48	9,54	25,83	25,50
	Moda	9,54	10	26	25
	Individuos	n=139	n=139	n=138	n=129
11 años	Media	11,18	13,74	24,15	22,44
	Mediana	9,81	4,75	25,02	24,86
	Moda	9,54	2	25	25
	Individuos	n=139	n=139	n=138	n=130
4 años	Media	20,80	15,68	38,85	27,45
	Mediana	20,38	15,01	24,68	25,11
	Moda	24,47	24,68	25	25
	Individuos	n=109	n=110	n=109	n=108
13 años	Media	18,13	14,67	21,93	23
	Mediana	20,75	14,78	24,99	24,90
	Moda	25	10	25	25
	Individuos	n=109	n=110	n=110	n=108
6 años	Media	14,62	10,18	33,02	23,47
	Mediana	14,89	9,77	25,10	24,92
	Moda	24,92	5	25	25
	Individuos	n=89	n=89	n=84	n=85
15 años	Media	13,45	9,69	20,64	8,68
	Mediana	9,68	9,98	24,88	9,30
	Moda	24	5	25	9
	Individuos	n=89	n=89	n=84	n=85

Cuadro 3.1. Tasas de descuento, parámetros tasa de descuento y otros parámetros para las cuatro formas funcionales y el primer atraso.

	DINERO		SALUD	
	Dinero privado	Dinero social	Salud privada	Salud social
Modelo				
Samuelson (1937)				
R²	0,3376	0,3325	0,1991	0,7667
r	0,1405	0,1467	0,2659	0,2354
Harvey (1986)				
R²	0,3212	0,3153	0,2308	0,7536
m	0,5716	0,5953	1,0486	0,9308
Mazur (1987)				
R²	0,3341	0,3279	0,2326	0,7569
k	0,2915	0,3137	1,1544	0,8244
Loewenstein y Prelec (1992)				
R²	0,3377	0,3324	0,2491	0,7678
g	0,2179	0,2195	12,52	0,1107
h	0,2936	0,3126	6,57	0,3235

Cuadro 3.2. Tasas de descuento, parámetros tasa de descuento y otros parámetros para las cuatro formas funcionales y el segundo atraso.

	DINERO		SALUD	
	Dinero privado	Dinero social	Salud privada	Salud social
Modelo				
Samuelson (1937)				
R²	0,2929	0,3575	0,3773	0,5459
r	0,2318	0,1881	0,2361	0,2419
Harvey (1986)				
R²	0,2746	0,3243	0,4214	0,5191
m	1,0132	0,7990	1,0424	1,0544
Mazur (1987)				
R²	0,2742	0,3366	0,4218	0,5158
k	1,0209	0,5603	1,127	1,1431
Loewenstein y Prelec (1992)				
R²	0,2930	0,3576	0,4221	0,5466
g	0,0043	0,0145	1,3945	0,0542
h	0,2142	0,1502	1,2973	0,2862

Cuadro 3.3. Tasas de descuento, parámetros tasa de descuento y otros parámetros para las cuatro formas funcionales y el tercer atraso.

Modelo	DINERO		SALUD	
	Dinero privado	Dinero social	Salud privada	Salud social
Samuelson (1937)				
R²	0,2418	0,2093	0,3976	0,5552
r	0,1892	0,1328	0,2307	0,2426
Harvey (1986)				
R²	0,2114	0,1781	0,4576	0,5153
m	0,9085	0,6401	1,1185	1,1555
Mazur (1987)				
R²	0,2162	0,1939	0,4579	0,5007
k	0,7548	0,3396	1,4010	1,5132
Loewenstein y Prelec (1992)				
R²	0,2420	0,2095	0,4577	0,5593
g	0,0152	0,1655	1,1426	0,0375
h	0,1528	0,1087	1,2215	0,2737

Como ya habíamos anticipado, dado el número reducido de observaciones los coeficientes de determinación son reducidos, siendo el ámbito de la salud social el que ofrece mejores R^2 en los tres casos. Los análisis existentes que obtienen R^2 próximos a la unidad han sido aplicados con un número muy superior de observaciones. Por ejemplo, 6 observaciones por individuo en Kirby y Marakovic (1995) y 15 en Kirby (1997).

El primer resultado de interés es que, a pesar del decrecimiento observado en las tasas de preferencia temporal, los modelos alternativos de descuento no logran, con carácter general, un mejor ajuste a los datos. Únicamente el modelo de descuento hiperbólico de Loewenstein y Prelec arroja mayores R^2 en todas las regresiones, lo cual no es concluyente, dado el estrecho margen con el modelo de descuento convencional, por un lado, y por otro que, a diferencia de los demás, es un modelo de dos parámetros. Por tanto, el decrecimiento de las tasas no es suficiente para proclamar la superioridad de los modelos de descuento hiperbólicos.

Los valores obtenidos para el modelo de Loewenstein y Prelec pueden ser interpretados en los siguientes términos (Loewenstein y Prelec, 1992; Ahlbrecht y Weber, 1995). El parámetro h mide la velocidad de la percepción temporal de los individuos. Cuanto más elevado es h más amplio es percibido cada periodo de tiempo. Para un valor de cero, los periodos pasan infinitamente rápido y el individuo es indiferente al tiempo, por lo que esperar por recibir una recompensa no es adverso y el factor de descuento es

1. En el caso límite, cuando $h \rightarrow 0$, el tiempo no pasa, con lo que no puede darse valor a las consecuencias futuras. El parámetro g resulta especialmente relevante por cuanto determina cuánto se aleja el descuento de la función de descuento hiperbólica del descuento convencional. Conforme $g \rightarrow 0$, el descuento hiperbólico se aproxima al descuento estándar. Como puede apreciarse en los cuadros 3.1, 3.2 y 3.3. los valores estimados para g son próximos a cero con excepción de la salud privada, por lo tanto, el modelo se halla cercano al modelo convencional. Únicamente para la salud privada puede concluirse que el descuento individual del futuro es claramente hiperbólico.

Con el objeto de profundizar más en la comparación de los modelos de descuento hemos calculado los factores de descuento asociados al modelo convencional y al mejor modelo alternativo para cada uno de los cuatro subdominios, y para 2, 5, 15 y 20 años, habida cuenta de la elección de la mejor estimación de los parámetros disponible en los tres horizontes temporales (cuadro 3). Dichos factores de descuento se representan gráficamente (gráfico 1).

Según esta representación gráfica los modelos hiperbólicos muestran el patrón general en el caso de los intercambios privados. Los factores de descuento son más reducidos para cortos atrasos temporales, con lo que descuentan más el futuro cuando los atrasos temporales son cortos. Sin embargo, esta tendencia se invierte alrededor de los 15 años, horizonte temporal a partir del cual los factores de descuento hiperbólicos se sitúan por encima de los factores convencionales.