Notas MONETARIAS

BANCO DE GUATEMALA, septiembre-octubre 2011, No. 111, año 13

Resumen: Determinantes de la demanda por las denominaciones promedio de billete; el caso de México

Lic. Juan Carlos Pérez Velasco Pavón
Banco de México

1. Aspectos Generales

Una de las funciones principales de los bancos centrales es proveer a la economía de billetes y monedas (efectivo). La forma en que los bancos centrales lo hacen es a través del sistema bancario (los bancos), el cual traslada el efectivo al resto de la economía. Tanto el banco central como los bancos tienen un rol pasivo, en el sentido de que ninguno de ellos influye sobre la demanda de efectivo del público. En otras palabras, la oferta de efectivo se adapta a su demanda. No obstante, la banca puede influir sobre las denominaciones de billetes que el público demanda, debido a la combinación del uso intensivo de cajeros automáticos o ATM (del inglés Automated Teller Machine) como medio para repartir billetes y de la estructura de costos de los bancos en relación al manejo de efectivo. Por ejemplo, bajo ciertas circunstancias, la banca puede optar por surtir denominaciones mayores a las que el público desea, dado que le reduce sus costos. Esta situación es poco probable que suceda en las ventanillas bancarias, pues el cuentahabiente puede solicitar las denominaciones que desea precisamente en el momento que está en la ventanilla. Surtir a la economía de la mezcla deseada es una responsabilidad de la banca central, por lo que necesita disponer de indicadores para conocer si existe diferencia entre la combinación de denominaciones que la banca le demanda y la que el público desea. Una medida útil para estudiar la mezcla de denominaciones es la denominación promedio, que se define como el monto dividido por el número de billetes en circulación. La denominación promedio se puede interpretar como una media ponderada de las denominaciones en circulación[1]. El objetivo del trabajo es examinar los factores que afectan la demanda de la denominación promedio por parte del público y de la banca, y mostrar los factores que inducen a que la demanda de la banca sea diferente a la del público. Lo anterior es relevante cuando la denominación promedio demandada por la banca es diferente a la demandada por el público, pues esa situación provoca un incremento en el costo de transacción de los agentes económicos que usan el efectivo. Como evidencia, se presenta el caso de México, en donde se observó un crecimiento anormal de la denominación promedio, que era provocada por la banca, así como la solución que se le dio al problema.

Para entender mejor el comportamiento del público y de la banca sobre la denominación promedio, se presenta un modelo de demanda de dinero y de demanda de denominación promedio. El modelo inicia con la construcción de una función de demanda por efectivo (la formulación clásica de Baumol-Tobin) y otra función de demanda por la denominación promedio (o, de forma indirecta, por el número de piezas), bajo los siguientes supuestos: 1) Todos los sujetos disponen de una cuenta bancaria. 2) El efectivo está compuesto solamente por billetes. 3) Cada persona recibe su ingreso a través de un depósito en su cuenta bancaria. Su consumo es constante (siempre por el mismo monto) y todas las transacciones las realiza en efectivo. No hay ahorro, por lo que su ingreso es igual a su consumo. 4) Los individuos son iguales, salvo por la fecha en que reciben sus ingresos, la cual está repartida, de forma equidistante, en el tiempo. 5) Los individuos se abastecen de efectivo en el banco por dos vías: ventanilla (cajas en las sucursales) y cajeros automáticos (en todas las sucursales hay cajeros automáticos y también puede haber afuera de las sucursales). Los cajeros automáticos sólo atienden retiros de efectivo. Las sucursales realizan retiros de efectivo y otras transacciones. El tiempo de un retiro en cajero nunca es superior al de uno en ventanilla. 6) Las denominaciones de billetes son continuas (es decir, puede haber una denominación de 127.9 unidades monetarias). 7) Para que un cliente pueda retirar efectivo de su cuenta a través de un cajero automático, es indispensable que posea una tarjeta de débito (sólo puede tener como máximo una tarjeta). Si el sujeto tiene tarjeta, siempre va a preferir retirar efectivo a través de cajero automático que de ventanilla, dado que el tiempo de espera del cajero nunca es superior al de la ventanilla.

1 Es importante mencionar que el conocimiento de la denominación promedio deseada por el público no implica que se observe la demanda por cada denominación, pues dicha variable puede ser lograda con muchas combinaciones de las denominaciones. Es por ello importante aclarar que este artículo no determina la demanda por cada denominación.

Contenido

2. El modelo

A continuación se presenta brevemente el modelo utilizado.

2.1 Clientes bancarios

El costo total por mantener cierta cantidad de efectivo por parte de los clientes vendrá dado por la siguiente expresión[2]:

$$CT_c = \frac{Y}{2m} r + cm \quad (1)$$

en donde Y significa el ingreso que cada individuo recibe a través de un depósito en su cuenta bancaria al principio de cada periodo, c es el costo por retiro (ya sea que lo que cobre el banco y/o lo que le cuesta al individuo transportarse al cajero). Asimismo, el banco le paga una tasa de interés[3] r al individuo de acuerdo al saldo promedio que mantenga depositado a lo largo del intervalo de tiempo. Por último, m es el número de veces que acude al cajero a retirar efectivo a lo largo del periodo, y sea S/P la demanda promedio real de efectivo, donde S es la demanda nominal y P algún índice de precios. Además, los individuos tienen un costo por la denominación promedio que demanden, donde n es el número de billetes que se llevan cada vez que acuden al banco a retirar dinero, a es el costo por altas denominaciones en la transacción y b el costo de transporte de billetes.

$$CT = \frac{Y}{2m} r + cm + \frac{Y}{nm} a + bnm \quad (2)$$

Minimizando ambas ecuaciones respecto a m y a n y después de algunas transformaciones algebraicas se puede encontrar la demanda promedio por saldos de efectivo en el período de pago (expresada como S), así como la demanda por denominación promedio dp, ambas en términos reales:

2 Este modelo puede ser consultado en Dornbusch, *et al* (1998) o en cualquier manual de Macroeconomía.

3 La tasa de interés que los bancos pagan por mantener un determinado saldo en las cuentas corrientes tiende a ser muy pequeña (y generalmente negativa en términos reales). No obstante, la gente mantiene dinero en esas cuentas por cuestiones de seguridad y manejo del dinero, por lo que la tasa de interés (r) del modelo puede interpretarse de una forma más general que el premio monetario.

Notas Monetarias es un órgano divulgativo de información económico-financiera actualizada, de periodicidad bimestral y distribución gratuita. De aparecer colaboraciones especiales, sus autores serán entera y exclusivamente responsables por sus opiniones y, de consiguiente, éstas no reflejarían la posición oficial del Banco de Guatemala, a menos que ello se haga constar de modo expreso. Es libre la reproducción de los artículos, gráficas y cifras que figuren en esta publicación, siempre y cuando se mencione la fuente. Toda correspondencia deberá dirigirse a: ***Notas Monetarias*** del Banco de Guatemala, 7a. avenida, 22-01, zona 1, Ciudad de Guatemala, Código Postal No. 01001.

$$\frac{S^*}{P} = \left(\frac{Yc}{2r}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (3)$$

$$\frac{dp^*}{P} = \left(\frac{Yb}{a}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (4)$$

La ecuación (3) es la famosa expresión de Baumol-Tobin sobre demanda de efectivo. La ecuación (4), parecida a la anterior, indica que la demanda de denominación promedio está positivamente relacionada con el ingreso (elasticidad de ½) y proporcionalmente relacionada con el nivel de precios (elasticidad unitaria), por lo que la podemos expresar, al igual que el efectivo, en términos reales.

2.2 Bancos

En el modelo existe un solo banco que abastece de efectivo a J clientes, a través de dos vías: ventanilla 4 (cajas en sucursales) y cajeros automáticos (en sucursales o fuera de ellas). Para que un cliente pueda retirar efectivo de su cuenta a través de un cajero automático, es indispensable que posea una tarjeta de débito. Supongamos que el banco ha colocado T tarjetas de débito entre sus clientes (como máximo una por persona) con $T \leq J$, por lo que T/J es la proporción del público que puede retirar efectivo de un cajero. Recuérdese que, por el supuesto 7), si el cliente tiene tarjeta, siempre va a preferir usar un cajero automático sobre la ventanilla bancaria. Se define el monto de efectivo que el banco debe surtir a cada cajero (D) de la siguiente forma:

$$D = \left(\frac{JY}{K}\right)\left(\frac{T}{J}\right) \quad (5)$$

donde JY es el ingreso agregado (el número de individuos por el ingreso de cada uno de ellos), T/J es la proporción de cuentahabientes con tarjeta de débito y K el número de cajeros automáticos. Asimismo, por el supuesto 3), el cual dice que los individuos reciben sus ingresos de acuerdo a sus periodos de pago, los cuales están repartidos de forma equidistante a través del tiempo, se asegura que los depósitos en el banco y las necesidades de efectivo por parte del público son constantes en el tiempo.

2.2.1 Surtido de cajeros automáticos

Para el banco, el costo total por mantener cierta cantidad de efectivo en el cajero automático vendrá dado por la siguiente expresión[4]:

$$CT_B = \frac{D}{2M} r + \gamma M \quad (6)$$

El banco surte de efectivo a K cajeros automáticos, por un monto D a cada uno, en tantas ocasiones como sea necesario durante un periodo dado. El dinero depositado en el cajero automático tiene un costo de oportunidad para el banco, el cual será la misma tasa de interés que para los clientes (r). Sea M el número de veces que el banco acude al cajero para dotarlo de efectivo. En cada ocasión surtiría D/M unidades monetarias. Asimismo, el costo por abastecer al cajero de billetes lo denominaremos como γ, que se refiere al costo de transporte, proporcional al número de veces que se surta e independiente del monto (se refiere al vehículo que lo transporta).

2.2.2 Denominación promedio en cajeros automáticos:

Al igual que con el cliente bancario, la denominación promedio se define como D/NM, donde N es el número de billetes depositados. El desviarse de la denominación promedio demandada conlleva al banco un costo, denotado como α, el cual se puede interpretar como la insatisfacción del cliente (quejas debidas al tiempo para buscar la denominación óptima, etcétera). Dicho costo se mide de acuerdo a la distancia de la denominación que introduce el banco en el cajero, respecto a la denominación promedio deseada por el público dp^*, en valor absoluto. Por otro lado, el banco se enfrenta a otro costo por transporte de billetes, indicado como β, el cual también se supondrá proporcional al monto llevado al cajero en el periodo. De esta forma, se puede construir la función de costos total, como sigue:

$$\mathrm{CT_B} = \frac{\mathrm{D}}{2\mathrm{M}}\mathrm{r} + \gamma\mathrm{M} + \alpha\left|\frac{\mathrm{D}}{\mathrm{NM}} - \mathrm{dp_c}\right| + \beta\mathrm{D} \quad (7)$$

Nótese que el costo total para el banco por surtir billetes se compone por uno que depende sólo del número de viajes, y otro que incumbe al monto. Minimizando la expresión anterior con respecto a M se obtiene:

$$\mathrm{M_B^*} = \left(\frac{\mathrm{Dr}}{2\gamma}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (8)$$

$$\frac{\mathrm{S_B^*}}{\mathrm{P}} = \left(\frac{\mathrm{D}\gamma}{2\mathrm{r}}\right)^{\frac{1}{2}} \quad (9)$$

donde $\mathrm{S_B^*}$ es el monto óptimo que el banco introduce al cajero cada vez que lo abastece de efectivo. De la condición de primer orden se deduce que la denominación promedio óptima dp^* será igual a la que el público desea, es decir:

$$\mathrm{dp_B^*} = \frac{\mathrm{D}}{\mathrm{NM}} = \mathrm{dp_c} \quad (10)$$

Bajo esta situación, el público enfrentará un costo de transacción y de traslado de efectivo mínimos, pues la denominación promedio es la que el mismo público escogió[5]. Sin embargo, en este análisis se ha estado suponiendo (implícitamente) que no existe límite para introducir billetes en los cajeros automáticos, de tal forma que el banco no enfrenta costos por depositar billetes de alta o baja denominación. Bajo este escenario, la oferta de denominación promedio es igual a la demanda, y el banco central sólo tiene que surtir las denominaciones que la banca le solicite, pues los incentivos de la banca sobre las denominaciones de billete son los de abastecer las que el público desea. No obstante, ¿qué sucedería si hubiera un límite para el depósito de billete en los cajeros automáticos?

2.3 Efecto altas denominaciones

Los cajeros automáticos tienen un límite de capacidad de billete, al cual denotaremos como N_{caj}. Al tomar en cuenta dicho tope, el nuevo programa de minimización de costos sería la ecuación (9) sujeta a $N \leq N_{caj}$. Cuando la restricción sea efectiva, el resultado para la denominación promedio dp_{BR}^*/P, los dos en términos reales, son los siguientes:

$$\frac{dp_{BR}^*}{P} = \left[\frac{Y\left(\frac{J}{K}\right)\left(\frac{T}{J}\right)\gamma}{N_{caj}^2\left(\frac{r}{2} + \frac{\alpha}{N_{caj}}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

con $dp^* < dp_{BR}^*$

$$\frac{dp_{BR}^*}{P} = \left[\frac{Y\left(\frac{J}{K}\right)\left(\frac{T}{J}\right)\gamma}{N_{caj}^2\left(\frac{r}{2} - \frac{\alpha}{N_{caj}}\right)}\right]^{\frac{1}{2}} P \quad (12)$$

con $dp^* > dp_{BR}^*$

donde el subíndice R indica restricción. En este caso, se dirá que existe el efecto *altas denominaciones*, que se define como *incentivos de los bancos para introducir en los cajeros billetes de denominaciones más altas* (ecuaciones 11 y 12) *que las demandadas por el público* (ecuaciones 6 y 9). Ello, por cuestiones de costos por parte de los bancos. Como se puede notar, existen dos ecuaciones para la denominación promedio bajo el efecto *altas denominaciones*. Matemáticamente, se debe a que el costo está expresado en valor absoluto. Intuitivamente, el costo de desviarse de la denominación promedio cuando de inicio $dp^* < dp_{BR}^*$, es el mismo que cuando sucede lo contrario, pero la reacción de los bancos respecto a la denominación promedio no tiene por qué serlo. Si estamos inicialmente en el caso de que $dp^* < dp_{BR}^*$, *ceteris paribus*, el crecimiento de la denominación promedio bajo el efecto *altas denominaciones* será mayor que en el caso de que $dp^* > dp_{BR}^*$, simplemente porque en este segundo caso la denominación promedio está por debajo de la deseada por el público, por lo que su incremento derivaría, al principio, en un costo menor, hasta llegar al primer caso, en donde el alejarse implica un mayor costo. Nótese que en este caso la denominación promedio depende negativamente de la tasa de interés y positivamente de la relación T/K, que es la proporción de tarjetas en relación al número de cajeros automáticos.

3. Evidencia empírica

Las derivaciones anteriores nos sirven de base para la representación de la ecuación a estimar. Con el fin de conocer si ha existido el efecto *altas denominaciones* en México en el periodo 1990-2008, se utilizó la siguiente regresión:

$$ln(dp/P) = const + aln(r) + bln(TK/P) + cln(Y) + POL + \varepsilon \quad (13)$$

donde la variable dependiente (*dp/P)* es la denominación promedio en términos reales[6], y como variables independientes se tienen: la tasa de interés nominal (r)[7], el ingreso (Y), en donde se probó tanto un índice de la actividad económica como una aproximación de los salarios reales. Asimismo, al no haber información de tarjetas por cajero en el periodo referido, se usó, a manera de aproximación, el monto de cuentas corrientes respecto a cajeros[8], el cual denominamos como (*TK/P*). Por último, a todas las variables se les eliminó el efecto estacional, usando el método X11 multiplicativo. La hipótesis a contrastar es la siguiente: *Independientemente del efecto altas denominaciones, el parámetro* c *deberá estar cercano a ½. Ahora, de existir dicho efecto, entonces* $a < 0$ *y* $b > 0$.

4 El subíndice B indica banco.

5 Es importante tener en cuenta que la denominación deseada por cada individuo es la misma que la agregada, al tener en cuenta que los sujetos son iguales.

6 Fuente: Banco de México.

7 CETES a 28 días. Fuente: Banco de México.

8 Fuente: Banco de México.

4. Resultados

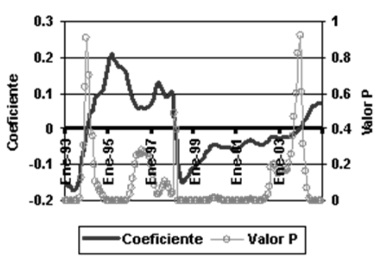
La regresión completa y sus resultados son los siguientes:

Cuadro 1

Regresión			
$\ln\left(\frac{dp}{P}\right) = const + a\ln(r) + b\ln\left(\frac{TK}{P}\right) + c\ln(IGAE) + POL + \varepsilon$			
Resultados			
		Valor Parámetro	Valor P
Constante		-0.72	0.03
Tasa de Interés	$\hat{a}$	-0.09	0.00
TK/P	$\hat{b}$	-0.11	0.08
IGAE	$\hat{c}$	0.45	0.00
Periodo muestral		1990.01-2008.12	
R^2		0.72	
R^2 ajustada		0.71	

En los resultados de la regresión se puede observar una elasticidad de 0.45 para el ingreso respecto a la denominación promedio, que de hecho no es diferente, estadísticamente, a 0.5, como lo establece la hipótesis. Ahora bien, de existir el efecto *altas denominaciones*, la denominación promedio dependería, además del ingreso, de la tasa de interés y de la relación TK/P, es decir, el parámetro *a<0* y el *b>0*. Para el periodo muestral, $\hat{a}<0$, lo que sería evidencia de que ha existido el mencionado efecto, sin embargo, $\hat{b}<0$ y es significativo al 5%, es decir, el signo es contrario al esperado.

Cuadro 2
(1990-2008)



Debido a la incertidumbre de la primera regresión, se optó por realizar regresiones sucesivas de periodos de cuatro años y graficar los resultados (cuadro 2) de la tasa de interés. De acuerdo a la hipótesis, si existe efecto *altas denominaciones* la relación tasa de interés versus denominación promedio sería significativa. En el cuadro se pueden notar varios periodos en los cuales el efecto *altas denominaciones* existe y coincide con crecimientos acelerados de la denominación promedio. A continuación se explican brevemente los periodos de referencia:

a) De 1990 a 1992, aparentemente se presentó el efecto *altas denominaciones*, debido a que el crecimiento de las tarjetas de débito fue mayor al de cajeros automáticos.

b) De 1993 a 1997 la denominación promedio dependió principalmente del ingreso.

c) De 1998 a 2002 la denominación promedio creció fuertemente, debido a que se presenta el efecto *altas denominaciones*. Banco de México decide intervenir.

d) De 2002 a 2004 Banco de México instrumenta una política para contrarrestar el aumento sostenido en la denominación promedio y evitar, así, problemas por costos de transacción.

e) En el periodo de 2005 a 2006, aparentemente el efecto *altas denominaciones* desaparece, al registrarse un fuerte aumento en los cajeros automáticos.

5. Conclusiones

El objetivo del artículo ha sido presentar una forma de distinguir los periodos en los cuales la demanda de denominación promedio (monto entre número de billetes) por parte del público es diferente a la de los bancos. En la primera parte se presenta un modelo teórico y se determina que el efecto *altas denominaciones* (la denominación promedio del banco es mayor a la deseada por el público) depende de varios factores, entre ellos la tasa de interés y la relación entre tarjetas de débito y cajeros automáticos. En la segunda parte del artículo se presenta evidencia empírica para el caso de México, en donde se pudo conocer la aparición del efecto *altas denominaciones* al contrastar empíricamente las variables mencionadas con la denominación promedio observada. Gracias a ello, se pudo intervenir y corregir el problema de costos de transacción que se había presentado en México.

6. Bibliografía

Banco de México, www.banxico.org.mx

Dornbusch, R., Fischer S. y R. Startz, (1998). *Macroeconomía*, séptima edición, Mc Graw Hill.

Greene, W. (2003). *Econometric analysis*, quinta edición, Prentice Hall.

Patterson, K. (2000). *An introduction to applied econometrics; a time series approach*, MacMillan Press LTD.

Pérez Velasco, J. (2000). *La demanda de billetes y monedas para países en desarrollo: el caso de México*, Monetaria, Julio-Septiembre.

Pérez Velasco, J. (2002). *Influencia de las tarjetas de débito sobre la demanda de efectivo*, Cuadernos de Economía, Latin American Journal of Economics, N° 116, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Sargent T., y F. Velde (2002). *The big problem of small change*, Princeton University Press.

6 Fuente: Banco de México.

7 CETES a 28 días. Fuente: Banco de México.

8 Fuente: Banco de México.