

**ESTUDIOS
DEMOGRÁFICOS
Y URBANOS**

Estudios Demográficos y Urbanos

ISSN: 0186-7210

ceddurev@colmex.mx

El Colegio de México, A.C.

México

Estavillo Flores, Elena

Entendiendo las decisiones de los conductores de la ZMVM: un análisis de teoría de juegos

Estudios Demográficos y Urbanos, núm. 47, mayo-agosto, 2001, pp. 441-456

El Colegio de México, A.C.

Distrito Federal, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31204707>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Notas y comentarios

Entendiendo las decisiones de los conductores de la ZMVM: un análisis de teoría de juegos*

Elena Estavillo Flores**

Introducción

Para comprender a fondo las implicaciones, las conductas y los resultados derivados del programa Hoy No Circula (HNC) son necesarios el análisis de las motivaciones de las familias de usuarios del automóvil, y el examen del entorno y las restricciones que enfrentan al tomar sus decisiones. Las motivaciones responden a una *racionalidad* que pretende lograr los mayores beneficios al menor costo; el entorno lo constituye un *marco de incentivos* que incluye por igual las reglas y procedimientos que lo definen, y las estimaciones de los costos y los beneficios esperados de las decisiones potenciales.

Sin embargo, es necesario precisar que los costos y beneficios en que basan los individuos su toma de decisiones, no son todos de carácter monetario. El no poder circular un día de la semana y, eventualmente verse obligado a postergar o cancelar viajes, si bien no significa necesariamente un desembolso, puede resultar muy costoso para un individuo por diversas causas, entre las cuales se cuentan los altos costos de oportunidad que ocasiona el subaprovechamiento de recursos valiosos como el tiempo disponible y el mismo automóvil.

En este sentido, el análisis de los problemas de información y de coordinación inherentes a los procesos de toma de decisiones de los automovilistas es insoslayable para entender cabalmente el desempeño y las implicaciones del HNC. El marco teórico natural es en este caso el de la *teoría de juegos*, de ahí que, con el afán de avanzar en la comprensión de los procesos de decisión de los individuos al enfrentarse a una restricción como la que implica el HNC, se presenta a continuación un ejercicio de representación de las estrategias alternativas de los individuos y los incentivos para escoger una u otra, dependiendo del marco

* Este artículo está basado en los desarrollos planteados por la autora dentro del estudio "Situación actual y perspectivas del programa Hoy No Circula", elaborado por Estavillo *et al.* y el Programa Universitario de Estudios de la Ciudad, para el Departamento del Distrito Federal, en octubre de 1997.

** Doctora en Economía, con especialidad en Teoría de Juegos

institucional al que se enfrentan (reglas de aplicación del programa) y del grupo socioeconómico con el que pueden identificarse (de acuerdo con sus preferencias, actividades y nivel de ingresos).

Definición de las estrategias disponibles

Marco institucional

El HNC impone la obligación de que los automóviles privados no circulen un día a la semana, lo cual no significa que los usuarios de esos automóviles se vean obligados a cancelar sus viajes o a utilizar el transporte público. Existe una serie de alternativas diversas entre las cuales pueden elegir los individuos, como la utilización de taxis, de un automóvil alternativo, la obtención de calcomanía cero o doble cero, e incluso la no observancia del programa (para lo cual también disponen de una diversidad de medios).

Las alternativas disponibles también dependen de que el individuo se enfrente a un entorno de corto o largo plazo. Las situaciones en que el HNC se aplica con una duración finita y conocida, en las cuales los individuos tienen que escoger estrategias provisionales, en tanto desaparecen las reglas institucionales que alteran sus decisiones cotidianas, pueden definirse como de corto plazo. Tal caso sería el de la primera etapa del HNC, que se diseñó para aplicarse durante un plazo de seis meses y se anunció como tal. También dentro de este esquema puede considerarse el doble HNC (DHNC), que se aplica sólo en días de contingencia ambiental.¹

El entorno de largo plazo se refiere a reglas de aplicación permanente, predecibles para los individuos, lo que les ofrece un rango más amplio de opciones. Éste ha sido el caso del HNC desde que se decidió su aplicación permanente.

Las alternativas que tienen los individuos con el HNC de corto plazo son las siguientes: tomar taxi, postergar o cancelar viajes, usar transporte público colectivo, usar transporte privado colectivo o coordinar viajes (varias personas utilizan el mismo auto alternadamente).²

¹ Si bien en este caso la duración del DHNC es desconocida por los habitantes de la ciudad, se sabe que cada vez que se aplique, será una medida provisional que no rebasará unos cuantos días y que se repetirá pocas veces durante el año.

² Existiría también la opción de circular sin hacer caso del HNC, pero como ésta

En el largo plazo, además de las alternativas anteriores los individuos pueden: comprar automóvil nuevo y mantener el actual, comprar automóvil nuevo y vender el actual, cambiar automóvil nuevo por dos viejos, comprar automóvil viejo y mantener el actual, o eludir el programa (registrarse en otro estado, conseguir calcomanía irregular, circular sin calcomanía o circular aun en los días restringidos).

Identificación de grupos de individuos

Es importante identificar ciertas características de los individuos, con el propósito de entender cuáles son sus incentivos para elegir entre las alternativas disponibles.

Preferencias

La disponibilidad de alternativas depende en buena parte de las preferencias de los individuos. Si existen alternativas que ofrecen niveles ínfimos de bienestar, para efectos prácticos no formarán parte de las estrategias probables de un individuo. En este punto es importante resaltar que en la ZMCM el transporte presenta características de bien básico: los habitantes de la ciudad no pueden prescindir de su consumo.³ Tal situación puede representarse por la función de utilidad multiplicativa U:

$$U = U(n, b) \quad \text{donde } n: \text{canasta de bienes normales} \\ b: \text{bien básico}$$

En esta función queda patente la necesidad que tiene el individuo del bien básico, puesto que de su consumo dependen sus posibilidades de extraer utilidad también del consumo de otros bienes (si $b=0$, aunque n sea muy grande, $U=0$). Por esta razón, la elasticidad precio de la demanda para estos bienes es muy pequeña: los individuos se ven obligados a aceptar aumentos considerables de precio sin disminuir sensiblemente la cantidad demandada.

incluye el riesgo (alto) de ser detenido en la calle, pagar una multa y perder el coche por 24 horas, se ignorará para facilitar la exposición. Se incorporará sin embargo entre las alternativas de largo plazo.

³ Esta hipótesis se encuentra sustentada en estimaciones de la elasticidad de la demanda del transporte, incluidas en Estavillo *et al.* (1997).

Si aceptamos entonces que el transporte es un bien básico, quienes lo necesitan tratarán de asegurar su consumo, aunque esto los lleve a escoger alternativas caras, como la compra de un auto adicional o el uso intensivo de taxi (siempre y cuando su ingreso les permita pagar la diferencia).

En gran parte de los estudios hechos sobre el HNC se asume que al hacer más caro el transporte privado, la gente tenderá a utilizar el transporte público, es decir, que el transporte privado y el público son servicios sustitutos. Para que dos bienes sean sustitutos no es necesario que sean idénticos, pero sí que desde el punto de vista del consumidor satisfagan una necesidad similar o comparable, y además, que en el caso de producir un nivel de utilidad inferior, esta diferencia pueda ser compensada por un ahorro monetario, derivado de un menor precio pagado. Cuando dos bienes son sustitutos, al bajar el precio de uno aumenta la demanda del otro. Dicho de otra manera, la demanda de los bienes sustitutos es sensible a su precio relativo.

En el caso que nos ocupa, sin embargo, es evidente para cualquier observador, sin necesidad de que sea especialista, que cuando se incrementa el precio del transporte privado no aumenta sensiblemente el uso del transporte público. Para que pudiera darse una sustitución entre el transporte público y el privado debería ocurrir una modificación sustancial en el ingreso del consumidor; un efecto tan fuerte que provocara que quien en un principio no podía pagar transporte privado, ahora pudiera hacerlo y viceversa.⁴ En suma, si se diera alguna sustitución entre los dos tipos de transporte, correspondería más probablemente a un efecto ingreso que a un efecto precio.

Ahora bien, las dos modalidades de transporte, público y privado, representan cualidades de un mismo servicio genérico: transporte. Este último presentaría las características de un bien básico, mientras que los consumidores elegirían una modalidad u otra dependiendo exclusivamente de su restricción presupuestal. El transporte público sería entonces un bien inferior (menor precio, menor calidad) y el transporte privado un bien superior o de lujo (mayor precio, mayor calidad), satisfaciendo ambos la misma necesidad esencial.

⁴ Al producirse un aumento sustancial en el precio del transporte privado, se provocaría de manera indirecta una reducción del ingreso real. Si ésta fuera importante, entonces se podría dar una sustitución de transporte público por transporte privado, pero sería debido al efecto ingreso y no al efecto sustitución.

Dicho de otra manera: los individuos de altos ingresos *preferirán* el transporte privado y los individuos de bajos ingresos *preferirán* el transporte público. Aún más: los individuos de más altos ingresos *preferirán* el transporte privado más caro, mientras que los individuos de ingresos medios *preferirán* el transporte privado menos caro.⁵

Actividades

En este aspecto, puede identificarse en primer término a los individuos cuyas actividades son flexibles y les permiten postergar o bien cancelar todos los viajes que realizarían el día que no circulan. Este es el caso de las amas de casa y de los trabajadores no asalariados. El caso contrario es el de los estudiantes y oficinistas, que se ven obligados a realizar viajes fijos, y deben cambiar entonces el medio por el que los llevan a cabo.

Nivel de ingreso

Otra característica importante es el nivel de ingreso de los individuos, ya que las alternativas mencionadas, tanto de corto como largo plazo, implican costos monetarios muy diferentes. Los individuos de bajo ingreso, por ejemplo, no podrían considerar como estrategia disponible la de comprar un auto nuevo (en el largo plazo) o la de utilizar taxi (en el corto plazo) para realizar sus viajes.

El Hoy No Circula como un juego

Frente a la implantación de un programa como el HNC, los individuos se ven obligados a tomar decisiones, las cuales, en términos generales, tienden a obtener el mayor provecho de sus recursos disponibles. Para comprender el tipo de decisión que toman los individuos es necesario precisar las diversas variables que pueden afectar su nivel de bienestar, además del grado de control que son capaces de ejercer sobre ellas. Con ese fin, a continuación se desarrolla un modelo estraté-

⁵ De hecho, esta situación no es exclusiva del caso de la Zona Metropolitana del Valle de México, aunque se agudiza por sus características propias. Pueden citarse, por ejemplo, las siguientes estimaciones de elasticidades ingreso para el caso de Estados Unidos: automóviles, 2.46; transporte público, -0.36 (véase Houthakker y Taylor, 1970).

gico en el que están incluidas todas las alternativas a las que pueden recurrir los ciudadanos para adaptarse a la restricción del HNC.

Una sola persona que usa transporte colectivo o individual asume que no puede afectar el nivel de contaminación ni de congestión existente. Esta premisa va de acuerdo con la noción de la *tragedia de los recursos comunes*: el individuo piensa que siendo tan alto el nivel de contaminación existente, su contribución al usar un medio de transporte contaminante es estrictamente marginal, o tan pequeña que no vale la pena sacrificarse para usar un medio no contaminante; termina entonces comportándose de una manera en la que considera los niveles de congestión y contaminación como variables exógenas sobre las cuales no tiene ninguna incidencia, y tratará de maximizar su beneficio actuando sobre otras variables que puede controlar más directamente, como el monto de dinero que gasta en el transporte o el tiempo que puede dedicar a esa actividad.

Considérense los supuestos siguientes:

a) La sociedad está representada por dos actores o jugadores:

[a] I: representa a un individuo

[b] J: representa a la sociedad, compuesta solamente por individuos I, todos iguales

b) Las funciones de utilidad se representan así:

$U_i = U$ [variable que representa el estado de la contaminación y congestión vial; variable que representa el tipo de transporte; otros factores]

La función U_i es multiplicativa respecto al transporte: para quienes consumen servicio privado es importante seguir consumiendo este tipo de transporte, siempre y cuando su restricción presupuestal lo permita. Lo mismo sucede para quienes utilizan transporte público.

La selección entre una u otra modalidad de transporte es prácticamente independiente de sus precios relativos y responde en esencia a la restricción presupuestal del individuo.

c) La variable de contaminación y congestión puede tomar tres valores:

$\{0, c, C\}$

[c] El valor c corresponde a una situación de baja contaminación y congestión: la mayoría de los viajes se realizan en transporte colectivo, lo que implica menos vehículos en circulación, menos kilómetros recorridos totales y menor consumo de gasolinas.

[d] El valor C corresponde a una situación de máxima contaminación y congestión: la mayoría de los viajes se realizan en transporte individual, lo que implica más vehículos en circulación, más kilómetros recorridos totales y mayor consumo de gasolinas.

[e] El valor 0 corresponde a una situación en la que todos los individuos (o la abrumadora mayoría) deciden cancelar sus viajes y no utilizar ningún tipo de transporte, por lo que no se produce congestión ni contaminación alguna.

Lógicamente, $u(0) \gg u(c) \gg u(C)$.

d) La variable tipo de transporte puede tomar los valores: $\{T, t, 0\}$

[f] El valor t corresponde a una situación de máxima comodidad y mínimo tiempo, esto es, el viaje se realiza en transporte individual.

[g] El valor T corresponde a una situación de mínima comodidad y máximo tiempo, esto es, el viaje se realiza en transporte colectivo.

[h] El valor 0 indica que no se realizó el viaje, por lo que no se utilizó ningún tipo de transporte.

Lógicamente, $u(t) \gg u(T)$.

Dado que la función U_i es multiplicativa en el transporte:

$$u(t, (...)) \gg u(T, (...)) \gg u(0, (...)) = 0$$

Una complicación adicional en este caso es que los individuos actúan tratando de afectar las variables que controlan (costo, tiempo de transporte) pero con ello afectan indirectamente las variables que no controlan (contaminación, congestión), obteniendo con ello modificaciones involuntarias en su propio nivel de utilidad.

Las alternativas de las que disponen los individuos pueden clasificarse de acuerdo a sus efectos sobre los niveles de contaminación y congestión, tal como puede verse en los cuadros 1 y 2.

CUADRO 1

Corto plazo

| <i>Estrategias contaminantes</i> | <i>Estrategias no contaminantes</i> |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| Tomar taxi | Usar transporte público colectivo |
| Postergar viajes* | Cancelar viajes |
| Alternar viajes en auto privado** | Usar transporte privado colectivo |

* Se incluye ésta como una estrategia contaminante, ya que aunque el viaje en cuestión no se realice el día en que se aplica al individuo la restricción vehicular, finalmente el mismo viaje se realizará en otro día de la semana, en transporte privado. De hecho, el efecto redistributivo de los viajes puede generar más contaminación que la inicial, dada su probable coincidencia en un "efecto sábado": los individuos tienen una propensión a transferir al sábado los viajes que se ven impedidos de realizar el día que no circulan, ya que en ese día no se aplica el HNC y la mayoría de los comercios y oficinas están abiertos, aunado al hecho de que muchos de los propietarios de automóviles privados disponen de tiempo libre ese día de la semana.

** Esta estrategia supone que el individuo puede disponer de otro auto privado el día en que no circula el que usa habitualmente.

De lo anterior se desprende que en el corto plazo los individuos pueden: continuar usando transporte privado para realizar el mismo número de viajes (aunque quizá redistribuyéndolos durante los días de la semana); usar transporte público o privado colectivo, o cancelar viajes. No todos los individuos pueden escoger entre todas las posibilidades; éstas se ven limitadas por sus actividades e ingresos.

Estas últimas opciones podrían reclasificarse como: comprar un auto viejo adicional, comprar un auto nuevo adicional o eludir el programa. La estrategia de sustituir el auto (o bien dos autos viejos) por uno nuevo sería una opción adicional derivada de la posibilidad de obtener calcomanía cero y doble cero. Resulta claro que los individuos con ingresos más altos podrán escoger entre las cuatro opciones, mientras que los de menores ingresos no tendrán otra alternativa que eludir el programa.

CUADRO 2

Largo plazo

| <i>Estrategias contaminantes</i> | <i>Estrategias no contaminantes</i> |
|--------------------------------------|---------------------------------------|
| Comprar un auto viejo adicional | Comprar auto nuevo adicional |
| Cambiar un auto nuevo por dos viejos | Sustituir un auto viejo por uno nuevo |
| Eludir el programa | |

El juego en el corto plazo

Es importante recalcar que los individuos no toman sus decisiones buscando la opción menos contaminante. La toma de decisiones es más compleja y depende de su percepción del grado de control que pueden ejercer sobre los resultados probables. La seguridad y la comodidad del tipo de transporte elegido, así como su costo y el tiempo empleado, son variables que pueden controlar directamente. Sin embargo, el nivel de contaminación y congestión depende de las decisiones que tomen al mismo tiempo todos los demás miembros de la sociedad. Finalmente, su nivel de ingreso, sus preferencias y el tipo de actividad que desempeñan definirán el subconjunto de alternativas entre las cuales puedan escoger.

Debido a esto, el juego puede representarse como se muestra en el cuadro 3.

CUADRO 3

HNC de corto plazo (primera etapa del HNC y DHNC en contingencia)

| | | <i>I</i> | | |
|----------|-------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| | | <i>ind</i> | <i>col</i> | <i>canc</i> |
| <i>J</i> | <i>ind</i> | $u_i = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, T(\dots))$ | $u_i = u(C, 0(\dots))$ |
| | | $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_j = u(C, T(\dots))$ | $u_j = u(C, 0(\dots))$ |
| | <i>col</i> | $u_i = u(c, t(\dots))$ | $u_j = u(c, T(\dots))$ | $u_i = u(c, 0(\dots))$ |
| | | $u_j = u(c, T(\dots))$ | $u_j = u(c, T(\dots))$ | $u_j = u(c, T(\dots))$ |
| | <i>canc</i> | $u_i = u(0, t(\dots))$ | $u_i = u(0, T(\dots))$ | $u_i = u(0, 0(\dots))$ |
| | | $u_j = u(0, 0(\dots))$ | $u_j = u(0, 0(\dots))$ | $u_j = u(0, 0(\dots))$ |

Nota: *ind* equivale a escoger un tipo de transporte individual, ya sea privado o público, *col* se refiere a escoger un transporte colectivo, ya sea privado, o público y *canc* es la cancelación de viajes.

La opción de utilizar un transporte privado colectivo (ejemplos: el transporte colectivo escolar o el proporcionado por diversas empresas para sus empleados) es menos rápida y menos cómoda que la del transporte individual, si bien genera menos contaminantes y congestionamiento, por lo que es más adecuada su clasificación con la del transporte colectivo público.

Como se puede ver, los niveles de utilidad asociados a la alternativa *canc* reflejan el carácter de bien básico del transporte (cancelar viajes significa no consumir transporte). Sin embargo, debe hacerse la precisión de que existe un grupo de individuos que podrían cancelar viajes sin disminuir su nivel de utilidad, como por ejemplo algún jubilado que sustituya un paseo que requiera transporte por un paseo a pie. Sin embargo, la naturaleza de las actividades cotidianas de los habitantes de la Ciudad de México generalmente no permite cancelar viajes sin incurrir en pérdidas de bienestar considerables.

El análisis que hace el individuo es el siguiente:

[a] si la sociedad elige usar transporte individual, entonces:
 $Uiind (C,t(...)) \gg Uicol (C,T(...)) \gg Uicanc (C,0(...))$

[b] si la sociedad elige usar transporte colectivo, entonces:
 $Uiind (c,t(...)) \gg Uicol (c,T(...)) \gg Uicanc (c,0(...))$

[c] si la sociedad elige cancelar viajes, entonces:
 $Uiind (0,t(...)) \gg Uicol (0,T(...)) \gg Uicanc (0,0(...))$

Resulta irrelevante analizar cómo se comportaría la sociedad en su conjunto, dado que los individuos toman sus decisiones de manera aislada. La sociedad replicará entonces la decisión de todos los individuos "i" que la conforman, de lo que resulta lo siguiente:

[d] La *estrategia dominante* es usar transporte individual. Es decir, en la situación actual no existen incentivos para que el *individuo* (y por ende, la *sociedad*) cambie el transporte individual (sea privado o público) por el transporte colectivo. Se llega a un equilibrio *no cooperativo* que significa máximos niveles de contaminación y de congestión (C), y que corresponde a un *estado absorbente*, porque una vez tomada esa decisión (cuadrante superior izquierdo) a nadie le conviene abandonarla. Si todos escogen esa estrategia, el resultado para todos es $u = u (C,t)$.

Este escenario toma la forma del conocido esquema del *dilema del prisionero* (Tucker, 1950). El ejercicio permite demostrar que la situación descrita lleva invariablemente a un *equilibrio de Nash* (Nash, 1951), no cooperativo y absorbente, esto es, que considerando el conjunto de decisiones posibles que enfrentan un individuo y la sociedad, a *todos* conviene usar sistemáticamente el transporte individual y evadir el colectivo, entendiendo por transporte individual al más contaminante: automóvil propio o prestado, y taxis.

El resultado anterior se fortalece al considerar las diversas restricciones a las que se enfrentan diferentes grupos de individuos. Por ejemplo, un oficinista no puede considerar la posibilidad de cancelar sus viajes diarios al lugar de trabajo, por lo que su juego se reduce a las primeras dos columnas. Lo que no varía es el ordenamiento de sus estrategias, por lo cual preferirá de cualquier manera el transporte individual.

Otra restricción importante es la presupuestal. Un individuo para quien resulta muy costoso viajar en taxi y que no dispone de otro auto privado para realizar sus viajes, se ve obligado o bien a cancelar sus viajes o a utilizar transporte colectivo. Si además de lo anterior, el individuo no puede cancelar viajes, sólo le queda como opción el transporte colectivo. Lo significativo de este caso es que el individuo no actuaría “estratégicamente”, ya que no realizaría una verdadera elección, al carecer de alternativas para elegir.

El juego en el largo plazo

El segundo escenario representa un HNC de largo plazo, es decir, el caso que se produjo al decidir mantener esa medida como permanente. Con una perspectiva de largo plazo, los individuos pueden considerar alternativas adicionales a las del corto plazo que implican, en general, erogaciones sustanciales (véase el cuadro 4).

CUADRO 4

HNC de largo plazo (HNC permanente, con calcomanía cero y doble cero)

| | | <i>I</i> | | | |
|----------|-------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| | | <i>elud</i> | <i>vie</i> | <i>nue</i> | <i>sust</i> |
| <i>J</i> | <i>elud</i> | ui=u (C,t(...)) uj=u (C,t(...)) | ui=u (C,t(...)) uj=u (C,t(...)) | ui=u (C,t(...)) uj=u (C,t(...)) | ui=u (C,t(...)) uj=u (C,t(...)) |
| | <i>vie</i> | ui=u (C,t(...)) uj= u (C,t(...)) | ui=u (C,t(...)) uj= u (C,t(...)) | ui=u (C,t(...)) uj= u (C,t(...)) | ui=u (C,t(...)) uj= u (C,t(...)) |
| | <i>nue</i> | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) |
| | <i>sust</i> | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,0(...)) | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) | ui=u (c,t(...)) uj=u (c,t(...)) |

Nota: *elud* es eludir el programa, *vie* significa comprar auto viejo adicional, *nue* representa la opción de comprar un auto nuevo adicional, y *sust* es la estrategia de sustituir el auto (o bien dos autos viejos) por uno nuevo obteniendo calcomanía cero.

El análisis que hace el individuo es el siguiente:

[a] si la sociedad elige eludir el HNC, entonces:

$$U_{i_{\text{elud}}} (C, t(\dots)) = U_{i_{\text{vie}}} (C, t(\dots)) = U_{i_{\text{nuc}}} (C, t(\dots)) \\ = U_{i_{\text{sust}}} (C, t(\dots))$$

[b] si la sociedad elige comprar un auto viejo adicional, entonces:

$$U_{i_{\text{elud}}} (C, t(\dots)) = U_{i_{\text{vie}}} (C, t(\dots)) = U_{i_{\text{nuc}}} (C, t(\dots)) \\ = U_{i_{\text{sust}}} (C, t(\dots))$$

[c] si la sociedad elige comprar un auto nuevo adicional entonces:

$$U_{i_{\text{elud}}} (c, t(\dots)) = U_{i_{\text{vie}}} (c, t(\dots)) = U_{i_{\text{nuc}}} (c, t(\dots)) \\ = U_{i_{\text{sust}}} (c, t(\dots))$$

[d] si la sociedad elige sustituir su(s) auto(s) por uno nuevo, entonces:

$$U_{i_{\text{elud}}} (c, t(\dots)) = U_{i_{\text{vie}}} (c, t(\dots)) = U_{i_{\text{nuc}}} (c, t(\dots)) = U_{i_{\text{sust}}} (\dots)$$

[e] El individuo es indiferente entre todas las alternativas. No hay estrategias dominantes, lo que dificulta la predicción del resultado probable del juego. De esta manera, podría darse cualquier resultado, el cual sería inestable, ya que los individuos no tendrían incentivos fuertes para mantener sus decisiones: podrían cambiar su estrategia sin esperar ninguna pérdida de bienestar.

El esquema analítico ya no es un *dilema del prisionero* sino un *juego social* (Marsui y Rob, 1991) caracterizado por un *problema de coordinación*, en el que aparecen varios equilibrios aunque algunos de ellos son preferidos socialmente. Los resultados probables no son equivalentes desde el punto de vista del bienestar obtenido. Evidentemente, serían mejores los resultados de los dos cuadrantes inferiores, en los que la sociedad elige comprar un auto nuevo (ya sea adicional o en sustitución a los anteriores), los cuales constituyen óptimos de Pareto.⁶ En caso de que los ingresos de los individuos les permitan considerar la opción de comprar un auto nuevo, sería razonable esperar cierto fenómeno de señalización: un individuo estaría dispuesto a escoger esta opción con el objetivo de indicar al resto de los jugadores

⁶ Un óptimo de Pareto es un resultado en el que se obtiene el máximo bienestar posible, considerando a todos los actores involucrados; es imposible mejorar el bienestar de uno sin empeorar el bienestar de otro.

(la sociedad) que está dispuesto a cooperar para obtener un resultado maximizador del bienestar (un óptimo de Pareto).

Sin embargo, la señalización estratégica estará supeditada al poder adquisitivo de la sociedad, ya sea éste real o percibido por el individuo. Si existe una percepción generalizada de que sólo una porción pequeña de la sociedad tiene ingresos suficientes para adquirir un auto nuevo, entonces, desde el punto de vista del individuo, su juego sería el que se muestra en el cuadro 5.

CUADRO 5

| | <i>I</i> | | | |
|-------------|--|--|--|--|
| | <i>elud</i> | <i>vie</i> | <i>nue</i> | <i>sust</i> |
| <i>elud</i> | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ |
| <i>vie</i> | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ | $u_i = u(C, t(\dots))$ $u_j = u(C, t(\dots))$ |

De nueva cuenta, el individuo sería indiferente entre las cuatro alternativas y resultaría inevitable un efecto de máxima contaminación. En este caso, al ser idénticos todos los resultados posibles, el individuo podría tomar en cuenta otras variables secundarias que afectarían su nivel de bienestar, como el costo monetario y no monetario de cada alternativa.

Las consideraciones anteriores nuevamente se encuentran supeditadas a la elasticidad de la demanda de transporte. Tal y como se ha expresado, por las características de este servicio que es un bien básico y, que en sus diferentes modalidades es un bien superior o inferior, los cambios en la demanda se derivarán principalmente de cambios en el ingreso. Es decir, si el individuo es indiferente entre las cuatro opciones mencionadas, optará por la mejor (no necesariamente la más barata) que su presupuesto le permita.

El juego que hemos planteado puede clasificarse dentro de los llamados juegos de provisión de bienes públicos (donde el bien público generado es la menor contaminación y el menor congestiónamiento). El análisis teórico de estas situaciones lleva a la conclusión generalizada de que el comportamiento estratégico de cada indivi-

duo produce estrategias conservadoras, no cooperativas, que impliquen la menor contribución posible a la producción del bien público, en aras de un beneficio individual cierto.

No obstante, la experimentación sobre comportamiento económico ha encontrado que cuando los individuos se enfrentan a situaciones comparables a la esbozada en este artículo, algunos eligen contribuir a la obtención del bien público, mediante estrategias calificadas en la literatura como "altruistas", y que constituyen estrategias subóptimas desde un punto de vista individual.⁷ Es decir, el fenómeno de cooperación existe y es importante.

Aunque hasta el momento no se hayan podido ofrecer explicaciones suficientemente sólidas sobre los factores que originan el comportamiento altruista, sí se han identificado algunas condiciones relacionadas con su aparición, tales como la posibilidad de que los individuos comuniquen creíblemente su intención de escoger estrategias cooperativas (señalización). Este hallazgo indica que, además de la posibilidad de modificar la estructura de incentivos para provocar que los individuos escojan (no altruistamente) estrategias no contaminantes, existe también un margen aprovechable para provocar el comportamiento cooperativo de los individuos en programas como el HNC, que procuran aumentar el bienestar social mediante la provisión de bienes públicos, como el aire puro y la circulación ágil de vehículos.

Conclusiones

Como se ha visto, el juego subyacente al HNC contiene incentivos que llevan a suponer que los individuos no siempre eligen las estrategias menos contaminantes. Con la situación tal como se presenta, el diseño de política debe enfocarse a la obtención de dos objetivos complementarios: *a)* la modificación de la estructura de incentivos que enfrenta el individuo, a fin de favorecer que su toma de decisiones en aras de un beneficio individual lo lleve a preferir las alternativas menos contaminantes disponibles, y *b)* el fortalecimiento de las condiciones propicias para que los individuos se comporten altruistamente, eli-

⁷ Algunos factores que se han identificado tentativamente como promotores de la cooperación son la comunicación relevante y el ingreso marginal derivado de contribuir; un factor que probablemente la inhiba es la repetición (véase Hagel y Roth, 1995).

giendo las acciones encaminadas a la obtención del mayor beneficio colectivo.

En cuanto al primer objetivo, debe considerarse que uno de los problemas de fondo en el esquema estratégico de corto plazo que se analizó, es que el transporte público no es un sustituto cercano del transporte privado. En este aspecto se podrían lograr cambios significativos con la introducción de una nueva alternativa de transporte público que ofrezca servicios comparables a los del transporte privado: seguridad, oportunidad, comodidad y rapidez, incluso a un costo sensiblemente mayor que el del transporte colectivo tradicional. Si los individuos tuvieran esta tercera opción para elegir, probablemente se lograría una efectiva sustitución del tipo de transporte derivada de la restricción vehicular. Asimismo, convendría reducir las estrategias elusivas de los individuos, como por ejemplo, extendiendo la aplicación del programa al sábado (para minimizar la posposición de viajes, con el efecto contaminante que se produce ese día) y también a los taxis, aunque respetando las exenciones para los vehículos menos contaminantes.

En el juego de largo plazo se observó que los individuos resultan indiferentes entre las alternativas disponibles. Esta indiferencia es un buen punto de partida, ya que para inducir la renovación del parque vehicular pueden ser eficaces las políticas orientadas a la modificación de precios relativos, como aplicar ajustes al régimen fiscal federal y al local para beneficiar la compra de vehículos nuevos.

En cuanto al segundo de los objetivos antes planteados, las acciones descritas se verían beneficiadas por una campaña de información y sensibilización que se enfocara a destacar los resultados obtenidos sobre los niveles de contaminación, utilización de transporte colectivo y renovación del parque vehicular (incluyendo el transporte público y el privado). De esta manera se crearía un instrumento efectivo de comunicación sobre el comportamiento cooperativo de los individuos, destacando los esfuerzos realizados por todos los involucrados en el HNC.

De esta manera o con acciones encaminadas a los mismos objetivos, no sólo se podrían obtener los beneficios potenciales del HNC que hasta ahora no se han alcanzado, sino que además se contribuiría a la modificación de patrones culturales en el uso del transporte dentro de esta gran ciudad, se promoverían una mayor utilización relativa del transporte público, un uso preferente de vehículos nuevos, y un cumplimiento más estricto de programas como el HNC.

Bibliografía

- Estavillo Flores, Elena *et al.* (1997), "Situación actual y perspectivas del programa Hoy no Circula", México, Programa Universitario de Estudios de la Ciudad/Departamento del Distrito Federal (mimeo.).
- Hagel y Roth (1995), *The Handbook of Experimental Economics*, Princeton University Press.
- Houthakker y Taylor (1970), *Consumer Demand in the United States: Analyses and Projections*, Harvard University Press.
- Marsui, A. y R. Rob (1991), *Evolution, Rationality and Equilibrium Selection in Societal Games*, Universidad de Pensilvania.
- Nash, J. (1951), "Non Cooperative Games", *Annals of Mathematics*, vol. 54.
- Taylor y Halvorsen (1977), "Energy Substitution in U.S. Manufacturing", *Review of Economics and Statistics*, noviembre.
- Tucker, A.W. (1950), "A Two Person Dilemma", Universidad de Stanford (mimeo.).