

Universidad Nacional de Córdoba

Facultad de Ciencias Económicas

Licenciatura en Economía

Estimación de la demanda de viajes por estudio a la
Ciudad Universitaria aplicando encuestas de preferencias
declaradas

Autor:

Hamilton Brian Avila Rojas

Director:

Dr. Juan José Pompilio Sartori

Mayo de 2014



Estimación de la demanda de viajes por estudio a la Ciudad Universitaria aplicando encuestas de preferencias declaradas por Hamilton Brian Avila Rojas se distribuye bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Índice:

1. Introducción.....	4
2. Fundamentos teóricos.....	7
3. Metodología.....	12
4. Diseño del cuestionario de preferencias declaradas.....	15
5. Estimación econométrica de la demanda del servicio de bicicletas públicas.....	20
6. Conclusiones.....	22
7. Bibliografía.....	26
8. Anexo.....	27

Índice de cuadros y figuras

Cuadro N°1: Salida de Ngene para encuestas aleatorias.....	18
Cuadro N°2: Encuesta del escenario N°1.....	19
Cuadro N°3: Salida de BIOGEME.....	21
Cuadro N°4: Cuotas de mercado Situación N°1.....	23
Cuadro N°5: Cuotas de mercado Situación N°2.....	23
Cuadro N°6: Cuotas de mercado Situación N°3.....	24
Cuadro N°7: Cuotas de mercado Situación N°4.....	25
Gráfico N°1: Proporción de la muestra por facultades.....	27
Gráfico N°2: Escenario N°1.....	28
Gráfico N°3: Escenario N°2.....	28
Gráfico N°4: Escenario N°3.....	29
Gráfico N°5: Escenario N°4.....	29
Gráfico N°6: Escenario N°5.....	30
Gráfico N°7: Escenario N°6.....	30

1. Introducción

El transporte de personas es una de las ramas más importantes del desarrollo económico de un país y de una ciudad en particular. Dado que permite la movilización de las personas, es una fuente importante de trabajo, es un demandante a gran escala de los recursos productivos de una ciudad o país, etc. Pero también es un gran emisor de contaminación ambiental, dado que requiere una gran cantidad de buses, autos y motocicletas para que dicho sistema funcione; y genera un alto nivel de congestión automovilística dado la gran cantidad de tenencia de vehículos particulares en la zona céntrica y barrios aledaños.

La contaminación producida por el tráfico, es aquella contaminación causada por la combustión de combustibles fósiles, especialmente gasoil y gasolina en vehículos de transporte de personas (autos, buses), y de transporte de cargas (camiones, camionetas).

Los motores de combustión interna de los vehículos emiten varios tipos de gases y partículas que contaminan el medio ambiente, los productos que se emiten en mayor proporción son: óxidos nitrosos, monóxido de carbono, dióxido de carbono, compuestos orgánicos volátiles y también macropartículas. A causa de su alto grado de industrialización y actividad económica, los transportes que transcurren en los países desarrollados son responsables del 30% al 90% del total de los gases contaminantes emitidos por el tráfico en todo el mundo. Además de los gases mencionados también los motores a gasolina emiten compuestos de plomo y pequeñas cantidades de dióxido de azufre y de sulfuro de hidrógeno. Adicionalmente dado que los sistemas de frenos poseen partes construidas con amianto, al accionar el freno de un vehículo se liberan a la atmósfera pequeñas cantidades de amianto. En este sentido, la fomentación del uso de las bicicletas como medio de transporte alternativo aminora la contaminación producida en el medio ambiente.

En cuanto a la congestión vehicular, este es un problema que torna ineficiente al sistema de transporte de una ciudad. Dado que genera un costo en la utilización de tiempo en decisiones que los consumidores no pueden optar. Por ejemplo, cuando un individuo quiere trasladarse con su vehículo propio desde su hogar hacia su trabajo, éste no puede decidir la congestión vehicular que desea. Es más todos los individuos desean cero congestión vehicular.

Por otro lado, en la planificación de un sistema de transporte público urbano es preciso tener en cuenta su eficiencia, permitiendo a sus usuarios tomar el mínimo de rutas posibles o la menor distancia posible. El sistema necesita también ser económicamente viable para sus usuarios. Es decir, un sistema de transporte mal diseñado o mal regulado, es una gran fuente de ineficiencia. Dicha ineficiencia se puede presentar de distintas formas: rutas de buses urbanos mal trazadas, insuficiente cantidad de buses urbanos, inadecuada tarifación de los servicios de transporte, rutas

cortas no abarcadas por los buses y muy costosas para el servicio de taxi, insuficientes zonas de estacionamiento, lo que lleva a exigir una mejor eficiencia en el transporte público, etc.

Por todas las razones mencionadas anteriormente, en este trabajo se propone el uso de un sistema de bicicletas públicas en la zona céntrica y las zonas aledañas al centro de la ciudad de Córdoba que sea utilizada principalmente por los estudiantes de la UNC que viven en dichas zonas. Se espera que con este sistema disminuya principalmente la contaminación ambiental, mejore la eficiencia del transporte público en cortas y medianas distancias de las zona mencionadas, y genere ahorro en el tiempo de viaje al no generarse congestión vehicular con el uso de las bicicletas.

Nos enfocaremos en la población de estudiantes de la ciudad universitaria de la UNC; a excepción de los estudiantes de medicina y de enfermería, que tienen cursado en distintas zonas de la ciudad; que viven en las zonas mencionadas, dado que es una población de gran tamaño que habita en dichas zonas, principalmente Nueva Córdoba y el centro, lugares donde se genera los mayores problemas en cuanto al transporte. También porque consideramos que al ser personas en su mayoría entre 18 y 28 años de edad, presentan las condiciones necesarias para poder demandar una bicicleta.

La disminución de taxis y de vehículos particulares ayuda a aminorar una problemática mundial, el cual es la contaminación del aire, como consecuencia de la tenencia de estos vehículos. El sistema de bicicletas públicas intenta aminorar este problema y concientizar a la población sobre éste. Ya que el uso de la bicicleta no genera contaminación alguna. Es más, favorece en la disminución de problemas de articulaciones, fortalece el sistema inmune, mejorar la función cardiaca, mayor capacidad y mejor estamina, reduce el metabolismo, disminuye el peso corporal, anti-stress y bienestar general.

En cuanto a las cortas y medianas distancias, podemos intuir que con el uso de bicicletas públicas se podrán cubrir dichas distancias, o al menos un gran porcentaje de dichas distancias. Por ejemplo, si un individuo quiere realizar un tramo corto del centro de la ciudad donde no existe una ruta de colectivo disponible; y optar por el servicio de taxi es muy costoso, ya que el costo de la bajada de bandera es tan elevado que no justifica utilizar el servicio para distancias cortas, mas sí para distancias largas. Entonces el uso de las bicicletas públicas favorece la eficiencia del transporte en cuanto a elección de rutas por el usuario y a un menor costo.

El sistema de bicicletas públicas que se quiere proponer es un sistema donde existe una determinada cantidad de bicicleta que se ubican en hileras en distintos puntos de estacionamiento en la zona considerada de la ciudad, donde cualquier usuario (con una tarjeta similar a la del colectivo) puede tomar una bicicleta y poder usarla temporalmente como medio de transporte por un tiempo determinado, y cuando este uso finalice, el usuario podrá devolver la bicicleta en cualquier otro punto de estacionamiento, sin necesidad de volver al punto original.

De esta manera se tratará de cubrir la zona céntrica y barrios aledaños para poder lograr lo mencionado en los dos párrafos anteriores.

El sistema también sirve como complemento al transporte público convencional, ya que cuando no existen paradas o estación de destino final se puede continuar desde la más cercana en bicicleta.

El primer objetivo que persigue este trabajo es poder predecir la demanda potencial del sistema de bicicletas públicas por parte de los estudiantes de la UNC que viven en la zona céntrica de la ciudad de Córdoba y sus barrios aledaños e identificar que viajeros – usuarios de buses urbanos, vehículos particulares, taxis, motocicletas, a pie – son los que muestran una mayor predisposición a cambiar de modo de transporte. El segundo objetivo es tener conocimiento de las preferencias de los individuos a la hora de elegir un medio de transporte, para de esta manera, en caso de que se pueda introducir un sistema de bicicletas públicas, sepamos de qué manera ésta tiene que hacerse. Por ejemplo si lo que más valora la gente es el tiempo de espera, entonces, en el sistema de bicicletas públicas tendrá que haber muchas bicicletas para así competir de esa manera con los demás medios de transporte. Y el tercer objetivo es obtener la cuota de mercado en distintos escenarios.

2. Fundamentos teóricos

El fundamento teórico postulado para realizar las estimaciones y los pronósticos se basa en la teoría de la utilidad aleatoria, el cual proporciona el fundamento teórico de los modelos de elección discreta, los cuales representan la herramienta estadística que permite abordar el problema de modelar la demanda en el contexto de elecciones discretas. Esta establece lo siguiente (Ortúzar & Concepción, 2003):

- Los individuos se comportan como *homo economicus*, es decir, actúan de forma racional y poseen información perfecta. Por esta razón, eligen la alternativa que les proporciona la máxima utilidad, dadas sus restricciones.
- Dado un conjunto general de alternativas A , las restricciones a las que se enfrenta cada individuo q determinan el conjunto de alternativas que éste tiene disponible A_q / A .
- Cada individuo asocia una utilidad U_i (utilidad indirecta condicional truncada) a cada una de las alternativas A_i / A .

De acuerdo con los postulados de Lancaster (1966), se plantea la existencia de un conjunto de variables o atributos X_{iq} , que representan aspectos medibles que el individuo q tiene en cuenta a la hora de tomar sus decisiones. Sin embargo, el analista puede detectar la presencia de inconsistencias aparentes en el comportamiento de los individuos. Estas son explicadas por los defectos en la información que posee el investigador; de ahí, que éste no pueda conocer con certeza qué utilidad asocian los individuos a las alternativas, por lo que debe ser tratada analíticamente como una variable aleatoria. Desde esta perspectiva, la probabilidad de que un individuo q seleccione la alternativa i vendrá dada por (Ortúzar & Concepción, 2003):

$$P_{iq} = P(U_{iq} \geq U_{jq} \quad \forall A_j \in A_q \quad j \neq i)$$

La naturaleza aleatoria de las funciones de utilidad se debe a diversos factores. Según Ortúzar & Concepción (2003), Manski (1977) identifica cuatro fuentes distintas de aleatoriedad:

- Atributos no observados por el investigador que el individuo sí considera en su elección.
- Variaciones en los gustos de los individuos.
- Errores en la medición de los atributos.
- Empleo de variables proxy para medir algunos atributos.

Siguiendo a Sartori (2006) existen diversas interpretaciones del modelo de utilidad aleatoria. La adoptada comúnmente por los economistas se debe a McFadden (1974) y establece que la función de utilidad puede expresarse como la suma de una componente observable o representativa y de una componente no observable de naturaleza aleatoria. De este modo,

$$W_{iq} = V_{iq} + \eta_{iq} = U_{iq} + \tau_{iq}$$

Donde: V_{iq} es la parte medible determinística, sistémica o representativa de la utilidad aleatoria W_{iq} ; η_{iq} es un error aleatorio que refleja la idiosincrasia y los gustos individuales de los individuos en cada situación de elección. U_{iq} es una pseudo-utilidad obtenida de un modelo de preferencias declaradas y τ_{iq} representa el error de medición en la variable dependiente asociado a un experimento de preferencias declaradas resultado por ejemplo del efecto fatiga en las respuestas. El subíndice i se refiere a la alternativa (modo de transporte) considerada y q se refiere al individuo q -ésimo en la muestra.

Asumiendo τ_{iq} homocedástica, la ecuación puede reescribirse como:

$$U_{iq} = V_{iq} + (\eta_{iq} - \tau_{iq})$$

$$U_{iq} = V_{iq} + \varepsilon_{iq}$$

Donde V_i es la utilidad representativa (u observable por parte del modelador) que el individuo q asocia a la alternativa A_i y se expresa en términos de un vector de atributos medibles X_{iq} ; ε_{iq} representa la componente aleatoria de la utilidad y recoge los aspectos señalados anteriormente.

Y puede emplearse la metodología de estimación habitual utilizada en preferencias reveladas. Para realizar predicciones o pronósticos resulta crucial una comprensión acabada de la magnitud τ_{iq} y de la forma de estimar los η_{iq} y τ_{iq} en forma separada usando datos mixtos de preferencias declaradas y preferencias reveladas para estimar el modelo. Diseños experimentales cuidadosos pueden hacer que τ_{iq} sea insignificante en relación a ε_{iq} y el modelo estimado podrá usarse entonces para realizar pronósticos (Sartori, 2006).

Como Ortúzar y Willumsen (1994) afirman con respecto a la descomposición de la utilidad y la utilidad determinística: “para que la descomposición sea correcta necesitamos una cierta homogeneidad en la población bajo estudio. En principio requerimos que todos los individuos compartan (enfrenten o tengan disponible) el mismo conjunto de alternativas y las mismas restricciones, y para llegar a esto quizás sea necesario segmentar el mercado”.

Por lo tanto, el individuo q elegiría la alternativa j en el caso en que perciba que le otorgará una mayor utilidad que la alternativa i . Entonces, la parte sistémica (o determinística) de la utilidad individual a menudo se supone como una función aditiva lineal en los atributos, como (Sartori, 2006):

$$V_{jq} = CEA_j + \sum_k \beta_{kj} x_{kjq}$$

En la cual los parámetros β se asumen constantes para todos los individuos pero pueden variar entre alternativas. La CEA es la denominada “constante específica de la alternativa” que representa la influencia neta de todas las características no observadas del individuo o de la

alternativa en el modelo especificado, como son: comodidad y conveniencia de uso de un modo de transporte específico.

El individuo q elige la alternativa que maximiza su utilidad, es decir:

$$U_{jq} \geq U_{iq}$$

Donde los subíndices " i " y " j " se refieren a las dos alternativas disponibles en este modelo binario. Esto es,

$$V_{jq} + \varepsilon_{jq} \geq V_{iq} + \varepsilon_{iq}$$

$$V_{jq} - V_{iq} \geq \varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq}$$

Dado que el individuo elige la opción que maximiza su utilidad, no conocemos el valor del lado derecho de la última desigualdad presentada y el procedimiento para determinar la probabilidad de elegir la alternativa j por el individuo q viene dado por (Sartori, 2006):

$$P_{jq} = Prob(\varepsilon_{iq} - \varepsilon_{jq} \leq V_{jq} - V_{iq}, \forall i, j)$$

Hasta aquí no es posible derivar una expresión analítica para el modelo sin conocer la distribución de los residuos ε . Entonces, asumiendo que los residuos asociados a cada alternativa tienen una distribución de valor extremo tipo I, tiene las mismas varianzas y no están correlacionados, puede utilizarse el modelo logit para la estimación. Alternativamente, si los residuos siguen una distribución de probabilidad normal debe aplicarse el modelo probit.

El modelo logit permite, además de obtener estimaciones de la probabilidad de un suceso, identificar los factores de riesgo que determinan dichas probabilidades, así como la influencia o peso relativo que éstos tienen sobre las mismas. Este tipo de modelo arroja como resultado un índice, cuyos determinantes son conocidos, el cual permite efectuar ordenaciones, las cuales al realizarse, posibilitan con algún método de estratificación, generar clasificaciones en las que se le asocia a cada elemento una calificación. Existen muchos criterios para llevar a cabo la asociación índice - calificación, muchos de ellos con base en índices de muestreo, donde el criterio es puramente estadístico. Otros criterios podrían considerarse como subjetivos.

Para el caso más sencillo, el de una única variable explicativa, se trata de encontrar la relación que existe entre la variable explicativa y la endógena. Las posibilidades que se plantean son:

Que la función que relaciona ambas variables sea una función lineal, caso en el cual se tiene, lo que se ha denominado, el modelo lineal de probabilidad. Este asume que la relación entre las variables explicativas y la variable explicada tiene un comportamiento lineal, suposición que en muchos casos no se da, dando esta situación origen a los modelos de regresión no lineales, dentro de los cuales se encuentran ubicados los modelos Probit y Logit, siendo este último el que interesa y del cual a continuación se hace un análisis detallado sobre su estructura y los fundamentos teóricos que lo soportan.

La modelización Logit es similar a la regresión tradicional salvo que utiliza como función de estimación la función logística en vez de la lineal. Con la modelización Logit, el resultado del

modelo es la estimación de la probabilidad de que un nuevo individuo pertenezca a un grupo o a otro, mientras que por otro lado, al tratarse de un análisis de regresión, también permite identificar las variables más importantes que explican las diferencias entre grupos.

El modelo logit multinomial generaliza el método de regresión logística para problemas multiclase, es decir, con más de dos posibles resultados discretos. Es decir, se trata de un modelo que se utiliza para predecir las probabilidades de los diferentes resultados posibles de una distribución categórica como variable dependiente, dado un conjunto de variables independientes (que pueden ser de valor real, valor binario, categórico-valorado, etc.)

En este caso la probabilidad de que un individuo seleccione la alternativa j viene dada por la expresión (Domencich y McFadden, 1975):

$$P_j = \frac{\exp(V_j)}{\sum_k \exp(V_k)}$$

Veamos un caso binario a modo de ejemplo. Supongamos que solo existen dos alternativas posibles “bus” y “bicicleta”, entonces el modelo sería:

$$P_{bus} = \frac{\exp(V_{bus})}{\exp(V_{bici}) + \exp(V_{bus})} = \frac{1}{1 + \exp(V_{bici} - V_{bus})} = \frac{1}{1 + \exp -(V_{bus} - V_{bici})}$$

Los dos últimos miembros de la igualdad sólo serán aplicados a las variables en diferencias cuando las variables que entran en la utilidad sistémica sean genéricas y los coeficientes sean fijos entre alternativas.

La especificación de la función de utilidad es:

$$U_{bus,q} = V_{bus,q} + \varepsilon_{bus,q}$$

$$U_{bici,q} = V_{bici,q} + \varepsilon_{bici,q}$$

Y suponiendo solo 3 variables o atributos: tiempo de espera (TE), tiempo de viaje (TV) y costo monetario del viaje (C), de tal manera que las utilidades sistemáticas son:

$$V_{bus,q} = CEA_{bus} + \beta_1 TE_{bus} + \beta_2 TV_{bus} + \beta_3 C_{bus}$$

$$V_{bici,q} = \beta_1 TE_{bici} + \beta_2 TV_{bici} + \beta_3 C_{bici}$$

El modelo a estimarse, en las diferencias de las variables independientes genéricas consideradas es el siguiente:

$$V_{bus,q} - V_{bici,q} = CEA_{bus} + \beta_1 (TE_{bus} - TE_{bici}) + \beta_2 (TV_{bus} - TV_{bici}) + \beta_3 (C_{bus} - C_{bici})$$

Cabe señalar, que el diseño del experimento de preferencias declaradas deberá adecuarse a la forma funcional especificada de la utilidad sistemática o determinística, debiendo señalarse que aunque los efectos principales sean de gran interés en las aplicaciones prácticas de preferencias declaradas en contextos de elección de modo de transporte, se han encontrado evidencias de efectos de interacción entre atributos como tiempo de viaje, tarifa, distancia de caminata a la parada y frecuencia de servicio.

Sin embargo, también hay que tener en cuenta los supuestos a los que se arriba cuando se trabaja con el modelo logit multinomial, estas pueden ser (Sartori, 2006):

- Términos de error aleatorio independientes e idénticamente distribuidos.
- Especificación de un modelo de corte transversal sin estructura de rezagos distribuidos.
- Gustos no separables y otros componentes que definen el rol de los atributos en cada expresión de utilidad indirecta (que se confunde con la escala).
- Parámetros de escala constantes en todas las alternativas y arbitrariamente normalizados al valor de uno.
- No existencia de heterogeneidad inobservable de las preferencias.
- Parámetros de utilidad fijos (no aleatorios).
- El modelo logit multinomial posee la propiedad de *Independencia de las Alternativas Irrelevantes (IAI)*, que establece que la razón de las probabilidades de elección de una alternativa sobre otra no será afectada por la presencia o ausencia de cualesquiera alternativas adicionales en el conjunto de elección.

Dependiendo del alcance del estudio, el enfoque desagregado puede aplicarse por separado a cada una de las etapas del proceso de decisión, pero los modelos de elección de modo de transporte son los que han aportado resultados más interesantes (Ben Akiva y Lerman, 1985).

3. Metodología.

En el presente trabajo, para poder obtener los datos para estimar la demanda de elección de medio de transporte, utilizaremos los modelos de demanda desagregados, los cuales se basan básicamente de dos fuentes: las preferencias reveladas (PR) y las preferencias declaradas (PD). En este trabajo utilizaremos las preferencias declaradas, el cual es una metodología de adquisición de datos basadas en las preferencias de selección de un usuario sobre opciones hipotéticas construidas por el investigador procurando definir las características de las alternativas con el mayor realismo posible, que no existen en la realidad, es decir, que el usuario nunca ha experimentado. Dicha metodología también es utilizada para conocer la reacción de consumo de las personas ante nuevas opciones.

En el caso de la elección del medio de transporte las PD son datos que tratan de reflejar las posibles elecciones de los individuos entre los distintos medios de transporte ante situaciones hipotéticas. A diferencia de los datos de PR, que brindan información sobre los viajes que el individuo realiza efectivamente, los datos de PD informan sobre los viajes que el individuo realizaría si, por ejemplo, se introdujera un nuevo medio de transporte (caso del sistema de bicicletas públicas), se mejorase la calidad del servicio, se ofreciese una ruta alternativa más rápida.

Según Sartori (2006), la posibilidad de realizar experimentos de PD permite, en principio, resolver algunos problemas que presentan las encuestas de PR (Ortúzar y Willumsen, 2001):

- Se puede ampliar el rango de variación hasta el nivel en el que existe un real compromiso entre las distintas alternativas consideradas en el diseño.
- En la construcción de escenarios se puede evitar la existencia de correlación entre variables.
- Es posible incorporar tantos atributos como alternativas no disponibles en el momento del análisis.
- Se puede aislar el efecto de un determinado atributo así como considerar variables latentes.
- El conjunto de elección se puede pre-especificar.
- En el diseño, se pueden evitar los errores de medición de las variables de nivel de servicio.

No obstante, no es posible estar seguros de que el individuo se comporte como dice que haría cuando contesta una encuesta de PD. Es importante, por tanto, diseñar ejercicios que sean plausibles y realistas para que el entrevistado se implique en el juego correctamente. Algunos tipos de errores clasificados para este tipo de datos son los siguientes (Bradley y Kroes, 1990):

1. Sesgo de afirmación: El entrevistado contesta, consciente o inconscientemente, lo que el entrevistador desea escuchar.
2. Sesgo de racionalización: El entrevistado racionaliza sus respuestas con el objeto de justificar su comportamiento en el momento de la entrevista.
3. Sesgo de política: El entrevistado contesta considerando no sus preferencias sobre el ejercicio que se plantea, sino en función de la expectativa que posee sobre las decisiones de política que se podrían tomar en base a los resultados de la encuesta. En este sentido, el entrevistado intenta influir en la decisión política.
4. Sesgo de no restricción: A la hora de responder el entrevistado no toma en cuenta todas las restricciones que afectan a su comportamiento, de manera que sus respuestas no son factibles en la práctica.

En un ejercicio de PD se pueden distinguir tres elementos principales. En primer lugar, tenemos la situación en la que el individuo se encuentra para declarar sus preferencias; ésta puede ser una situación real o hipotética, y constituye el contexto de decisión. En segundo lugar, se deben seleccionar las alternativas, normalmente hipotéticas aunque algunas de ellas pueden existir en la actualidad, que se presentan en el ejercicio como función de un conjunto de atributos. En tercer lugar, está la forma en que los individuos pueden declarar sus preferencias (Ortúzar y Garrido, 2000); las más frecuentes son:

1. Jerarquización: En este caso se presentan todas las opciones simultáneamente al individuo y se le pide que las ordene en función de sus preferencias, de esta manera el individuo estará jerarquizando los valores de utilidad de forma que la opción más preferida le reportará un mayor nivel de utilidad.
2. Escalamiento o elección generalizada: Se pide al individuo que exprese su grado de preferencia para cada uno de las opciones utilizando una escala arbitraria que suele ser semántica.
3. Elección: El individuo selecciona una de las distintas opciones que se le presentan que son dos o más de dos. En estos casos, puede incluirse la alternativa “ninguna de ellas” para no forzar al entrevistado a elegir cuando ninguna le parece conveniente (Olsen y Swait, 1998).

En este trabajo utilizaremos utilizaremos la “Elección” como forma de declarar las preferencias. Dado que es la forma habitual como un individuo toma sus decisiones de transporte. Es decir, responde a “viajo con este medio de transporte o con este otro”.

Un punto importante del experimento de PD es la elección de los atributos a considerar en cada alternativa del ejercicio. Una forma de identificar los atributos más relevantes es realizando un grupo de discusión con una muestra representativa de individuos.

El número de atributos a considerar para cada experimento es determinado por el investigador; no obstante, la literatura recomienda que no debe ser muy elevado (no más de cuatro) por cada

experimento para evitar el efecto fatiga (Carson et al 1994) o que contesten de manera lexicográfica (Saelesminde, 1999).

En cuanto a la definición de niveles, esta también es decisión de investigador, pero solo se recomienda definir mayores niveles de variación para las variables consideradas más importantes en la elección a estudiar (Wittink et al, 1982), pero se espera que esto no sesgue los resultados del experimento.

Un aspecto importante en este tipo de diseños es la necesidad de hacer creíbles las distintas opciones presentadas al individuo. Para ello se debe comenzar por definir el contexto en el que el experimento se realiza y en ese contexto hacer factibles las opciones de elección. Por ejemplo, en el presente trabajo, para que sea considerado viable que exista una bicicleta que realice un recorrido en un tiempo menor que un vehículo privado o que un bus, puede ser necesario definir la existencia de una serie de condiciones tales como: bicisendas exclusivas para las bicicletas, preferencia en los semáforos, etc. Y de esta manera hacer el experimento lo más realista posible.

4. Diseño del cuestionario de preferencias declaradas

En este trabajo utilizaremos el diseño de una encuesta de “Elección” como forma de declarar las preferencias. Dado que es la forma habitual como un individuo toma sus decisiones de transporte. Es decir, si la pregunta es ¿en qué medio de transporte se moviliza normalmente?, y entre las respuestas se encuentran: auto, bus, bicicleta, motocicleta, otro; el individuo deberá elegir una opción, por ejemplo, bus. Esto quiere decir que:

$$bus > auto, bicicleta, motocicleta, otro$$

Y que:

$$auto \approx bicicleta \approx motocicleta \approx otro$$

Las etapas a seguir en el diseño del experimento de preferencias declaradas involucran (Sartori, 2006):

- Identificación del ámbito de elección, los factores a considerar y su rango de variación.
- Preparación de una versión inicial del experimento, diseñando un borrador del cuestionario a utilizar como instrumento de medición.
- Realización de reuniones del tipo grupo focal, a fin de mejorar el cuestionario.
- Evaluación del resultado de la etapa anterior y rediseño del cuestionario.
- Realización de un pre-examen a través de una encuesta piloto, para evaluar los resultados y rediseñar el cuestionario de ser necesario.
- Realización de una simulación, para verificar si el cuestionario permite recuperar los valores de los parámetros de cada atributo, utilizando métodos econométricos que permiten obtener la bondad del ajuste de las estimaciones.

Todo diseño experimental de preferencias declaradas consiste en una serie de variables independientes (los atributos de los medios de transporte) que están relacionadas con una variable dependiente (la elección del modo de transporte). Las variables independientes pueden expresarse en una escala continua o en una escala discreta.

Cada variable independiente se caracteriza por una determinada cantidad de niveles (o valores). Por ejemplo el tiempo de espera para tomar un bus, éste podría incluir 3 niveles: 5 min, 15 min y 25 min. Cada nivel de un factor que caracteriza a una alternativa se denomina tratamiento.

En línea con la propuesta de trabajo en elaboración, al contexto de elección por encuesta que se pretende presentar a la muestra poblacional, - definida en la sección anterior - se circunscribe a la decisión de elección del medio de transporte para realizar viajes con destino a establecimientos de estudio, considerando como alternativa el uso del bus, taxi, a pie y -como propuesta del presente trabajo- un sistema de bicicletas públicas. Los factores, variables o atributos considerados son los siguientes: precio del medio de transporte (P), la distancia total

caminada entre la parada del lugar de origen y la parada del destino (D) y el tiempo de espera para acceder al medio de transporte (T).

Se trabajará en el marco de los siguientes supuestos:

1. Que un viaje típico en los tramos considerados es de 1 kilómetro y medio (15 cuadras) acotando, de este modo, un atributo no mencionado hasta el momento: la distancia entre origen y destino.
2. Que el tiempo promedio de un individuo para movilizarse en una distancia de 1 kilómetro y medio, considerando todos los medios posibles, es :
 - De 15 minutos, en bus. Considerando la congestión vehicular y las paradas del bus.
 - De 8 minutos, en taxi. Considerando la congestión vehicular.
 - De 10 minutos, en bicicleta. Considerando que existen bicisendas.
 - De 22,5 minutos, a pie.

Donde los minutos realizados tanto en bicicleta como a pie, son solo de referencia, dado que si el encuestado pedalea más rápido o camina más rápido realizará dicho tramo en menor tiempo.

Hay que tener en cuenta que el promedio de velocidad de la bicicleta es un indicador que puede ser sujeto a correcciones de medición, ya que existen otras variables que afectan la velocidad de la misma, de las cuales se pueden mencionar las características de la ruta en que circula la bicicleta y la duración del viaje. Por ejemplo, la velocidad media en una ruta plana, por ejemplo, será diferente a la velocidad media en una pendiente. Por lo tanto, se introduce el tercer y último supuesto de existencia de bicisendas, y suponiendo una ruta semiplana con una pequeña pendiente, la velocidad promedio de una bicicleta es de 12 kilómetros por hora.

3. De esta manera, las encuestas tendrán en cuenta el supuesto de existencia de bicisendas en los tramos que unen a cada punto de estación y que la sociedad respeta dichas bicisendas. Se supondrá que existe una hilera de bicicletas en los puntos más concurridos por la población objetivo (los lugares para los puntos de estación serán: Patio Olmos, Pabellón Argentina, Facultad de Ciencias Económicas, Facultad de Agronomía, UTN, Facultad de Ciencias Exactas, Pabellón Brujas, Famaf, Plaza España, Independencia y Crisol, Pueyrredón y Cañada, Illia y Cañada, Vélez Sarsfield y San Luis, Buen Pastor, Rondeau y Chacabuco, Parque Sarmiento, Colon y Cañada, Terminal de buses, Plaza San Martín, Lima y 24 de septiembre (Barrio General Paz), Plaza Colón, Illia y Fragueiro (Barrio Güemes), Artigas y Pueyrredón (Barrio Observatorio), Nores Martínez y Bv de la Industria (Barrio Jardín), Bunge y Novillo Saravia (Barrio Iponá), Hospital Clínicas, Central de Policía, Plaza Las Américas), es decir, ubicadas estratégicamente en lugares cercanos a los puntos de mayor afluencia, atracción o interés comercial, bancario, turístico o estudiantil, donde se propondrá una determinada frecuencia de cantidad de bicicletas, el sistema tendrá un precio significativo, y se

accederá obteniendo una tarjeta en los kioscos. Las bicicletas estarán disponibles las 24 horas del día, los 7 días de la semana.

4. Se propondrá un sistema público de bicicletas de la siguiente manera:

- Como puede ser posible que existan distancias que serán utilizadas solamente en un solo sentido, dado el diseño de la ciudad. Por lo tanto se deberá contar con un grupo de personas trabajando en la recuperación de las bicicletas y en el reacomodamiento de las bicicletas en los puntos faltantes de manera de poder brindar un buen servicio
- El procedimiento para alquilar una bicicleta se desarrolla de la siguiente manera: se presenta la tarjeta; se elige una bicicleta entre las que hay disponibles; se efectúa el trayecto que uno desea; una vez que se ha efectuado el trayecto, se devuelve la bicicleta enganchándola en uno de los puntos libres de una estación.
- Se propondrá la existencia de un baño de uso exclusivo para los usuarios de sistema de bicicletas en cada punto. Estos tendrán la función de poder brindar un aseo rápido y facilitar el cambio de prendas, para que de dicha manera se reduzca una de las principales razones por las cuales no se utilizaría una bicicleta. Es más, es posible que pueda ser la principal razón.

Se espera que el sistema de bicicletas públicas permita ahorros en tiempos de viaje en distancias cortas y medias (entre 5 y 20 cuadras), ya que es complejo utilizar el servicio próximo en costos (colectivos), dado sus rutas no convenientes para ciertas rutas. Además, dado que en la actualidad en los buses existe una tarifa fija de subsidios cruzados, es decir que los usuarios de corta distancia están subsidiando el viaje de los de media y larga distancia. Y el costo inicial de la bajada de bandera es muy alto para distancias tan cortas.

Con este sistema también se espera poder disminuir el uso de taxis en los barrios nombrados, el uso de vehículos particulares y el viaje a pie. De esta manera se generaría una menor congestión vehicular en dichos barrios y una disminución de la necesidad de parqueamiento. En cuanto a las personas que viajan a pie, éstos podrán ahorrar tiempo de viaje, el cual tiene una valoración subjetiva. También se podrán ahorrar tiempo de viaje al eliminar la espera de los colectivos en distintas rutas.

Las variables independientes o atributos considerados y el número de niveles de cada uno son:

- El precio del medio de transporte (P):
 - En bus, 7 pesos en todos los casos
 - En taxi, 25 pesos en todos los casos
 - En bicicleta, 0, 3, 6 y 9 pesos
 - A pie, 0 pesos

- La distancia total caminada entre el lugar de origen-parada en origen y parada en destino-lugar de destino (D):
 - En bus, 3, 6 y 9 cuadras
 - En taxi, 0, 1 y 3 cuadras
 - En bicicleta, 2, 4 y 6 cuadras
 - A pie, 15 cuadras
- Tiempo de espera para utilizar el medio de transporte (T):
 - En bus, 5, 15 y 25 minutos
 - En taxi, 0, 5 y 10 minutos
 - En bicicleta, 0, 5 y 10 minutos
 - A pie, 0 minutos

De este modo, para el caso del sistema de bicicletas públicas, el precio mediría la disposición a pagar por los usuarios, la distancia total de cuadras caminadas mediría la cantidad de puntos de estacionamientos que debería haber en la zona mencionada y el tiempo de espera mediría la cantidad de bicicletas que deberían circular en dicho sistema.

A continuación se muestran las encuestas aleatorias resultantes del programa NGENE:

Cuadro N°1: Salida de Ngene para encuestas aleatorias

Choice situation	bus.pb us	bus.db us	bus.tb us	taxi.pta xi	taxi.dta xi	taxi.tta xi	bici.pbi ci	bici.dbi ci	bici.tbi ci	apie.dap ie
1	7	3	15	25	3	5	0	6	5	15
2	7	9	5	25	0	10	6	2	10	15
3	7	6	25	25	1	0	3	4	0	15
4	7	6	5	25	1	10	0	4	10	15
5	7	3	15	25	3	5	9	6	5	15
6	7	9	25	25	0	0	3	2	0	15

Con lo obtenido en la tabla anterior se realizaron 120 encuestas a 120 estudiantes de la UNC que toman cursos en la ciudad universitaria y facultades del centro de la ciudad, y que viven en las zonas ya mencionadas anteriormente, o estudiantes que viven en el interior de Córdoba y que vienen en un colectivo interurbano hasta cierto punto de la ciudad que se encuentre en la zona bajo estudio (por ejemplo la terminal de buses). Para que las encuestas sean proporcionales a la cantidad de alumnos por facultad, se recurrió al Anuario Estadístico 2013 de la UNC, del cual se obtuvo la proporción de las 120 encuestas que correspondería a cada facultad (por ejemplo, a Ciencias Económicas le corresponde 16 encuestas).

A modo de ejemplo a continuación se muestra una encuesta realizada:

Cuadros N°2: Encuesta del Escenario N°1

Escenario N°1	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje (en pesos)	7	25	0	0
Distancia total de cuadras caminadas	3	3	6	15
Tiempo de espera para tomar el medio de transporte (en minutos)	15	5	5	0

Como muestra la encuesta anterior, a cada individuo se le presentaron 6 escenarios como la anterior en las cuales cada una de las variables va asumiendo distintos valores, y cada encuestado elige con qué medio de transporte viajar dadas las condiciones planteadas en cada escenario. La encuesta completa se muestra en el anexo.

5. Estimación econométrica de la demanda del servicio de bicicletas públicas

Uno de los objetivos de este trabajo es encontrar la potencial participación que puede lograr el sistema de bicicletas públicas en el mercado. Para esto primero se busca estimar la utilidad indirecta para los usuarios de viajar en cada una de las alternativas presentadas en los escenarios. Luego a partir de la obtención de dichas utilidades se obtiene la cuota de mercado.

Las funciones de utilidad de cada medio de transporte son funciones lineales que tienen como argumentos las variables precio del medio de transporte (P), la distancia total caminada entre el lugar de origen-parada en origen y parada en destino-lugar de destino (D), y el tiempo de espera para utilizar el medio de transporte (T). Dichas funciones son las siguientes:

$$U_{bus} = \beta_0 bus + \beta_1 * P_{bus} + \beta_2 * D_{bus} + \beta_3 * T_{bus}$$

$$U_{taxi} = \beta_0 taxi + \beta_1 * P_{taxi} + \beta_2 * D_{taxi} + \beta_3 * T_{taxi}$$

$$U_{pie} = \beta_0 pie + \beta_1 * P_{pie} + \beta_2 * D_{pie} + \beta_3 * T_{pie}$$

$$U_{bici} = \beta_0 bici + \beta_1 * P_{bici} + \beta_2 * D_{bici} + \beta_3 * T_{bici}$$

Donde:

U_{taxi} = utilidad del servicio taxi

U_{bus} = utilidad del servicio bus urbano

U_{bici} = utilidad del servicio de bicicletas públicas

U_{pie} = utilidad de ir a pie

En base a la información brindada por las encuestas se utiliza un modelo LOGIT multinomial para estimar los parámetros de las funciones de utilidad de cada medio de transporte. Las estimaciones se realizan a través del software BIOGEME. La salida obtenida es la siguiente:

Cuadro N°3: Salida de BIOGEME

```

                                Model: Multinomial Logit
Number of estimated parameters: 6
Number of observations: 720
Number of individuals: 720
Null log-likelihood: -998.132
Cte log-likelihood: -786.814
Init log-likelihood: -998.132
Final log-likelihood: -715.040
Likelihood ratio test: 566.185
Rho-square: 0.284
Adjusted rho-square: 0.278
Final gradient norm: +2.175e-003
Diagnostic: convergence reached...
Iterations: 10
Run time: 00:01
Variance-covariance: from analytical hessian
Sample file: resultado5.dat

Utility parameters
*****
Name      Value  Std err  t-test  p-val  Rob. std err  Rob. t-test  Rob. p-val
-----
B0apie   -1.75  0.815   -2.14   0.03   0.827         -2.11        0.03
B0bici   -1.84  0.673   -2.73   0.01   0.682         -2.69        0.01
B0bus    -1.34  0.567   -2.37   0.02   0.574         -2.34        0.02
B0taxi   0.00   --fixed--
B1       -0.213 0.0293  -7.27   0.00   0.0294        -7.24        0.00
B2       -0.111 0.0341  -3.26   0.00   0.0341        -3.25        0.00
B3       -0.108 0.0133  -8.11   0.00   0.0141        -7.70        0.00

```

En esta salida se puede observar que el R^2 del modelo es 0,284. Los coeficientes β_1, β_2 y β_3 son significativos a un nivel de confianza convencional. La constante de la ecuación Ut_{taxi} se fija en cero para poder estimar correctamente. Y las constantes restante son significativas a un nivel de significación de 5%.

El modelo final nos queda de la siguiente manera:

$$U_{bus} = -1,34 - 0,213 * P_{bus} - 0,111 * D_{bus} - 0,108 * T_{bus}$$

$$U_{taxi} = -0,213 * P_{taxi} - 0,111 * D_{taxi} - 0,108 * T_{taxi}$$

$$U_{bici} = -1,84 - 0,213 * P_{bici} - 0,111 * D_{bici} - 0,108 * T_{bici}$$

$$U_{apie} = -1,75 - 0,213 * P_{apie} - 0,111 * D_{apie} - 0,108 * T_{apie}$$

Las funciones estimadas indican que a medida que aumenta el precio de viaje, la distancia de cuadras caminadas y el tiempo de espera del servicio de transporte considerado, la utilidad del individuo disminuye, provocando una disminución de la probabilidad de elección de la alternativa cuyo precio, distancia o tiempo de espera ha aumentado.

6. Conclusiones

Uno de los objetivos de este trabajo es encontrar la potencial participación que puede lograr el sistema de bicicletas públicas ingresante al mercado considerando escenarios futuros alternativos del modelo. Para esto primero se busca estimar la utilidad indirecta para los consumidores de comprar en cada una de los medios de transporte presentadas en los escenarios. Luego a partir de la obtención de dichas utilidades se obtiene la cuota de mercado.

La cuota de mercado a la que podría acceder el sistema de bicicletas públicas tiene los siguientes objetivos:

- Determinar cuál de las variables que componen la utilidad de cada medio de transporte es la más relevante al momento de la elección del medio de transporte y por ende cuales son las variables más influyentes a la hora de competir en el mercado.
- Determinar algún patrón en la elección del medio de transporte en el cual viajar.
- Determinar si, dado que se prefiere un medio de transporte en particular, es posible influir al consumidor a que cambie de medio de transporte.
- Caracterizar las preferencias de los consumidores a la hora de elegir en qué medio de transporte viajar.

La cuota de mercado para el sistema de bicicletas públicas la calculamos a través de la siguiente función:

$$Pr_{bici} = \frac{e^{Ubici}}{e^{Ubus} + e^{Utaxi} + e^{Ubici} + e^{Uapie}}$$

Donde Pr_{bici} es la cuota de mercado que tendría el sistema de bicicletas públicas.

Considerando un escenario futuro de la siguiente manera para un tramo de 1,5 km:

- En bus; 3 cuadras caminadas en total, una espera de 5 minutos y un precio de 7 pesos
- En taxi; 0 cuadra caminada en total, una espera de 0 minutos y un precio de 25 pesos
- En bicicleta, considerando el sistema propuesto; 2 cuadras caminadas en total, una esperar de 0 minutos y un precio de 0 pesos.
- A pie, 15 cuadras caminadas en total.

Las cuotas de mercado que tendría cada medio de transporte; considerando que el sistema de bicicletas públicas tiene una cantidad elevada de puntos de estacionamiento, una frecuencia elevada de bicicletas y un precio de 0 pesos, es decir, gestionado por el Gobierno Provincial; serían:

Cuadro N°4: Cuota de mercado Situación N°1

Situación N°1			
Bus	Taxi	Bici	A pie
12,99	2,57	67,10	17,34

Podemos observar que en este posible escenario donde, los precios de los medios de transporte existentes no varían y existe un escenario positivo para todos los medios de transporte, incluyendo el sistema de bicicletas públicas, éste tendría una cuota de mercado del 67,10% de la población bajo estudio, el cual es una buena parte del mercado, bajo el supuesto de que sería un sistema con muchas bicicletas, muchos puntos de estacionamiento y un precio de 0 pesos. Por otro lado, el bus obtendría una cuota del 12,99%, dado una espera relativamente baja, manifestado por los encuestados, es decir, en un escenario muy favorable para dicho medio. En cuanto a la opción taxi, éste tendría una cuota del 2,57%, aunque tenga un escenario muy favorable con 0 cuadras caminada y 0 minutos de espera. Y la opción a pie obtendría una cuota del 17,34%.

Considerando otro escenario futuro de la siguiente manera para un tramo de 1,5 km:

- En bus; 7 cuadras caminadas en total, una espera de 20 minutos y un precio de 7 pesos
- En taxi; 3 cuadra caminada en total, una espera de 10 minutos y un precio de 25 pesos
- En bicicleta, considerando el sistema propuesto; 6 cuadras caminadas en total, una espera de 10 minutos y un precio de 5 pesos.
- A pie, 15 cuadras caminadas en total.

Las cuotas de mercado que tendría cada medio de transporte; considerando que el sistema de bicicletas públicas tiene una cantidad mínima de puntos de estacionamiento, una frecuencia muy baja de bicicletas y un precio de 5 pesos; serían:

Cuadro N°5: Cuota de mercado Situación N°2

Situación N°2			
Bus	Taxi	Bici	A pie
6,69	2,53	20,44	70,34

Podemos observar que en este posible escenario donde, los precios de los medios de transporte existentes no varían y existe un escenario negativo para todos los medios de transporte, incluyendo el sistema de bicicletas públicas, éste tendría una cuota de mercado del 20,44% de la población bajo estudio, el cual es una parte relativamente buena del mercado, bajo el supuesto de que sería un sistema con pocas bicicletas, pocos puntos de estacionamiento y un precio de 5 pesos. Por otro lado, el bus obtendría una cuota del 6,69%, dado una espera relativamente alta y con pocas paradas, es decir, en un escenario muy desfavorable para dicho medio. En cuanto a la

opción taxi, éste tendría una cuota del 2,53%, el cual no varía mucho en comparación al escenario anterior. Y la opción a pie obtendría una cuota muy significativa del 70,34%, es decir que ante una situación desfavorable para todos los medios de transporte, la gente optará por caminar, lo cual es lógico.

Considerando otro escenario futuro de la siguiente manera para un tramo de 1,5 km:

- En bus; 7 cuadras caminadas en total, una espera de 20 minutos y un precio de 7 pesos
- En taxi; 3 cuadra caminada en total, una espera de 10 minutos y un precio de 25 pesos
- En bicicleta, considerando el sistema propuesto; 2 cuadras caminadas en total, una espera de 0 minutos y un precio de 0 pesos.
- A pie, 15 cuadras caminadas en total.

Las cuotas de mercado que tendría cada medio de transporte; considerando que el sistema de bicicletas públicas tiene una cantidad elevada de puntos de estacionamiento, una frecuencia muy elevada de bicicletas y un precio de 0 pesos; serían:

Cuadro N°6: Cuota de mercado Situación N°3

Situación N°3			
Bus	Taxi	Bici	A pie
1,90	0,72	77,38	20

Podemos observar que en este posible escenario donde, los precios de los medios de transporte existentes no varían y existe un escenario negativo para todos los medios de transporte, a excepción del sistema de bicicletas públicas, donde éste tendría una cuota de mercado del 77,38% de la población bajo estudio, el cual es una gran parte del mercado, bajo el supuesto de que sería un sistema con muchas bicicletas, muchos puntos de estacionamiento y un precio de 0 pesos. Por otro lado, el bus obtendría una cuota del 1,90%, dado un escenario muy desfavorable para dicho medio. En cuanto a la opción taxi, éste tendría una cuota del 0,72%, el cual cae mucho en comparación a los escenarios anteriores. Y la opción a pie obtendría una cuota del 20%. Es decir que ante una situación desfavorable para todos los medios de transporte, a excepción del sistema de bicicletas públicas, la gente optará principalmente por la bicicleta, y en segundo lugar por caminar.

Y por último, considerando otro escenario futuro de la siguiente manera para un tramo de 1,5 km:

- En bus; 3 cuadras caminadas en total, una espera de 5 minutos y un precio de 7 pesos
- En taxi; 0 cuadra caminada en total, una espera de 0 minutos y un precio de 25 pesos
- En bicicleta, considerando el sistema propuesto; 6 cuadras caminadas en total, una esperar de 10 minutos y un precio de 5 pesos.
- A pie, 15 cuadras caminadas en total.

Las cuotas de mercado que tendría cada medio de transporte; considerando que el sistema de bicicletas públicas tiene una cantidad muy baja de puntos de estacionamiento, una frecuencia mínima de bicicletas y un precio de 5 pesos; serían:

Cuadro N°7: Cuota de mercado Situación N°4

Situación N°4			
Bus	Taxi	Bici	A pie
34,24	6,77	13,28	45,71

Podemos observar que en este posible escenario donde, los precios de los medios de transporte existentes no varían y existe un escenario positivo para todos los medios de transporte, a excepción del sistema de bicicletas públicas, donde éste tendría una cuota de mercado del 13,28% de la población bajo estudio, el cual es una parte relativamente media del mercado, bajo el supuesto de que sería un sistema con pocas bicicletas, pocos puntos de estacionamiento y un precio de 5 pesos. Por otro lado, el bus obtendría una cuota del 34,24%, dado un escenario muy favorable para dicho medio. En cuanto a la opción taxi, éste tendría una cuota del 6,77%, el cual sube mucho en comparación a los escenarios anteriores. Y la opción a pie obtendría una cuota del 45,71%. Es decir que ante una situación desfavorable para el sistema de bicicletas públicas y favorable para el resto, la gente optará principalmente por caminar, y en segundo lugar por la opción bus.

Entonces podemos concluir que en la zona céntrica de la ciudad de Córdoba y los barrios aledaños, sería posible la introducción de un sistema de bicicletas públicas. Siempre y cuando el precio para su uso sea de 0 pesos, es decir, gestionado por algún ente público, o cobrándose un precio mínimo, en lo posible mucho menor que el precio del servicio de buses urbanos; con una cantidad de estacionamientos de bicicleta media o elevada, y que éstas se encuentren ubicadas estratégicamente en los lugares de mayor afluencia de estudiantes en la zona mencionada, para que de esa manera un estudiante no tenga que caminar en sentido contrario de su trayecto elegido anteriormente; y una frecuencia de bicicletas media o elevada, es decir, con una cantidad de bicicletas razonables que no hagan esperar mucho tiempo a los estudiantes.

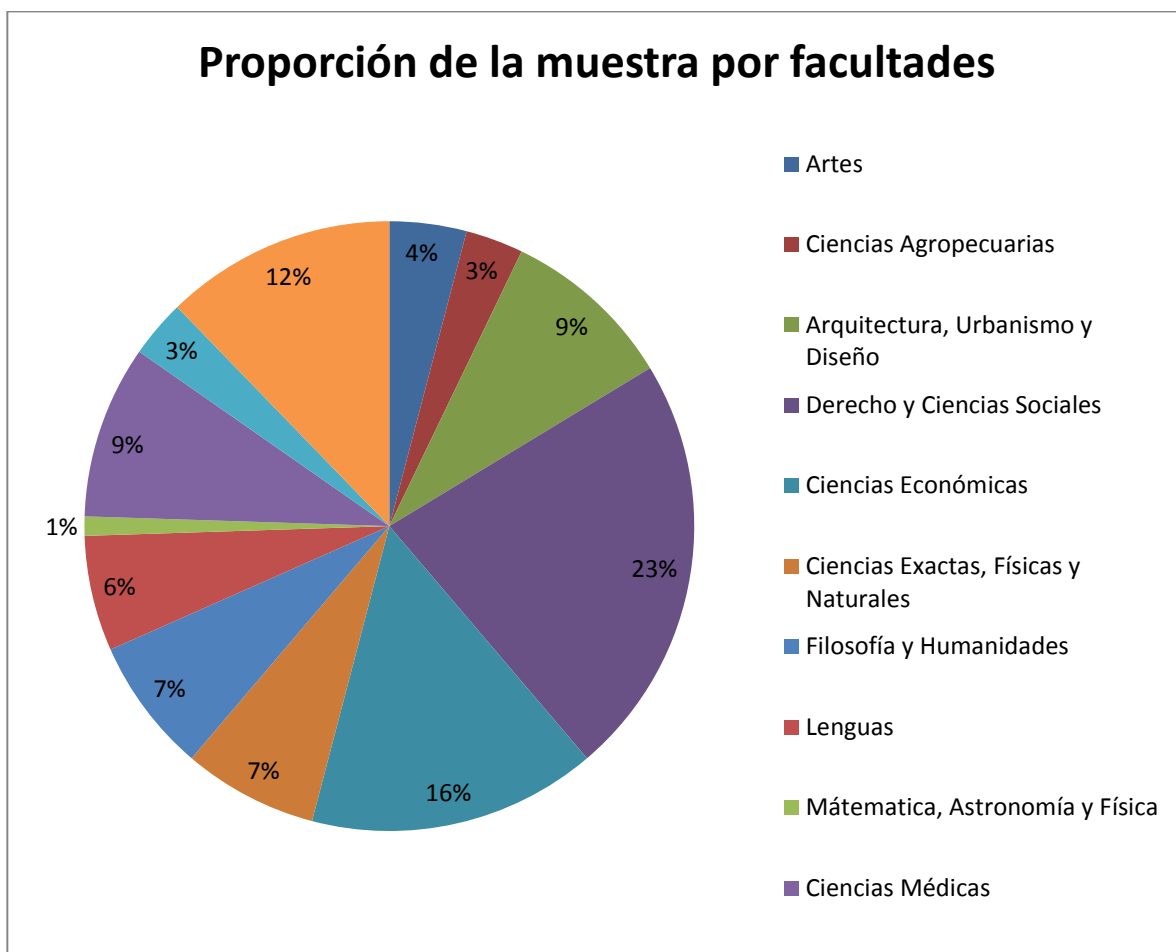
7. Bibliografía

- Barreiro, J., Ruzo, E., & Losada, F. (2004). Modelo Logit Multinomial: Una aplicación regional al sector lácteo. *Regional and Sectorial Economic Studies Vol. 4-1*, 65-86.
- Barrón, M. (2010). Modelos de elección discreta multinomiales. En 1-5.
- Bierlaire, M. (2009). *Estimation of discrete choice models with BIOGEME1.8*. Laussane.
- Espino Espino, R., Ortúzar Salas, J. d., & Román García, C. (2004). Diseño de preferencias declaradas para analizar la demanda de viajes. *Estudios de Economía Aplicada Vol. 22 - 3*, 759-793.
- McFadden. (2001). Decisiones económicas. *Revista Asturiana de Economía - RAE N°21*, 261-303.
- ChoiceMetrics (2014). *Ngene 1.1.2 User Manual & Reference Guide*.
- Ortúzar, J. d., & Concepción, R. (2003). El problema de modelación de demanda desde una perspectiva desagregada: el caso del transporte. *Eure Vol. XXIX, N° 88*, 149-171.
- Sartori, J. J. (2006). Diseño de encuestas de preferencias declaradas para la estimación del valor de los ahorros de tiempo y el pronóstico de la demanda de servicios de transporte urbano de pasajeros. Salta.
- Sartori, J. J. (2006). Diseño de un experimento de preferencias declaradas para la elección de modo de transporte urbano de pasajeros. *Economía y Estadística - Vol.XLIV*, 81-123.
- Sartori, J. J. (2013). *Estimación de la demanda de viajes al trabajo utilizando modelos de elección de modo de transporte y de elección conjunta de modo de transporte y tenencia de vehículo particular en la Ciudad de Córdoba - Argentina*. Córdoba.
- Sartori, J. J., & Oviedo, J. M. (2012). Estimación de la valoración subjetiva de los ahorros de tiempo de viaje y espera en la ciudad de Córdoba (Argentina). Trelew.
- Sartori, J. J., & Robledo, C. W. (2012). Viajes al trabajo en la Ciudad de Córdoba: estudio sobre la elección modal y la preferencia por la tenencia de vehículos. *Transporte y Territorio N°7*, 26-56.
- Universidad Nacional de Córdoba. (2013). *Anuario Estadístico 2013*. Córdoba.

8. Anexo

Muestra

Se tomó una muestra proporcional por cantidad de alumnos por facultad de 120 estudiantes de la Universidad Nacional de Córdoba, sin incluir a los estudiantes de Medicina, de la Lic. En Enfermería y de la Lic. en Música. Las proporciones tomadas fueron las siguientes:

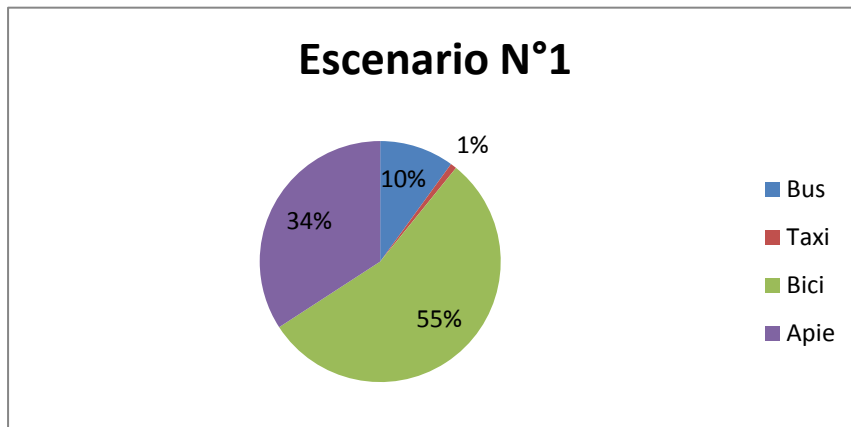


Análisis de las encuestas realizadas.

Los resultados que podemos obtener observando las encuestas son los siguientes:

- Escenario N°1. Aquí las elecciones de los encuestados se distribuyen de la siguiente manera:

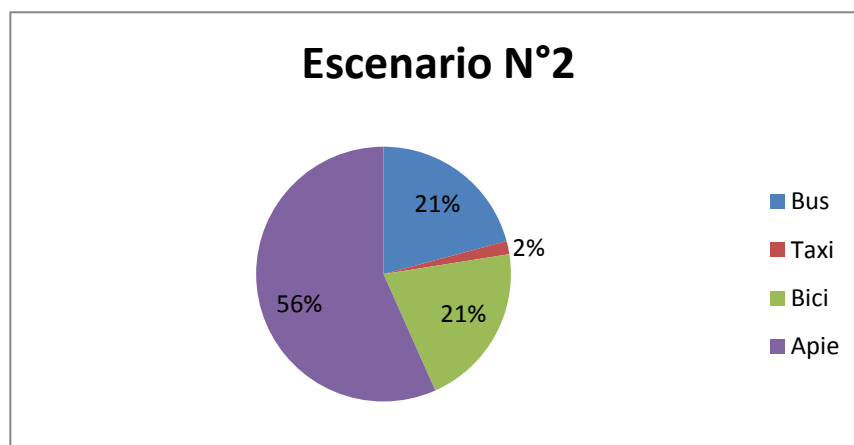
Gráfico N°1: Escenario N°1



Observamos que el 55% de los encuestados eligen la opción “Bici”. En dicho escenario esta opción tiene el menor precio de viaje junto a la opción “Apie”, pero se pueden llegar más rápido. Aunque se tenga que caminar un total de 6 cuadras y esperar 5 minutos para optar por este medio. Y la opción menos elegida es “Taxi” con el precio más alto, un total de 3 cuadras caminadas y un tiempo de espera de 5 minutos.

- Escenario N°2. Aquí las elecciones de los encuestados se distribuyen de la siguiente manera:

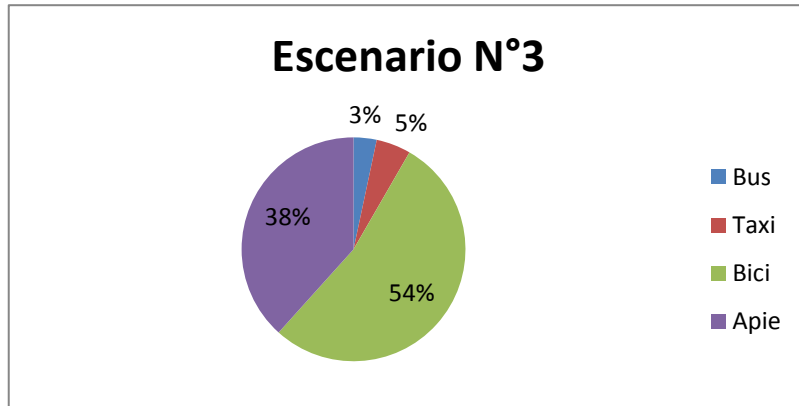
Gráfico N°2: Escenario N°2



Observamos que la opción más elegida es “Apie” que tiene un costo cero y no hay que esperar nada para optar por este medio. Aunque tengan que caminar 15 cuadras. Y la opción menos elegida es “Taxi” con el precio más elevado, un total de 0 cuadras caminadas y una espera de 10 minutos.

- Escenario N°3. Aquí las elecciones de los encuestados se distribuyen de la siguiente manera:

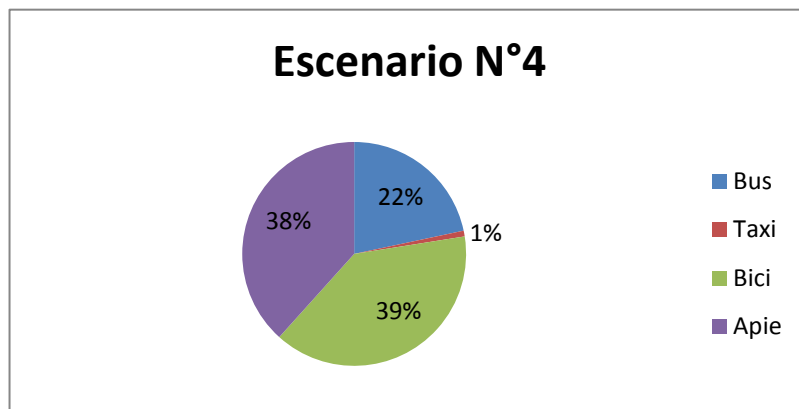
Gráfico N°3: Escenario N°3



Observamos que la opción más elegida es “Bici” con un tiempo de espera de 0 minutos. Aunque tenga que pagar 3 pesos y caminar un total de 4 cuadras. La menos elegida es el bus con un precio de 7 pesos, un total de 6 cuadras caminadas y un tiempo de espera de 25 minutos. En este escenario la opción “Taxi” supera a la opción “Bus”, esto se puede deber a la diferencia que hay entre el tiempo de espera entre ambos o a la diferencia del total de cuadras caminadas.

- Escenario N°4. Aquí las elecciones de los encuestados se distribuyen de la siguiente manera:

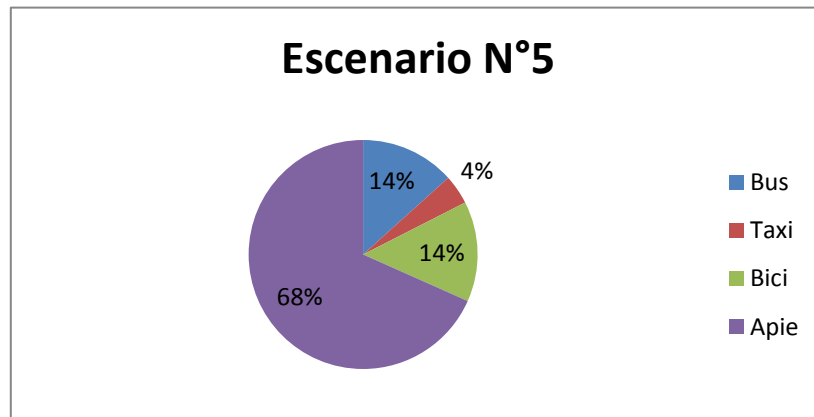
Gráfico N°4: Escenario N°4



Observamos que la opción “Bici” y “Apie” son las más elegidas, casi en la misma proporción. Ambos con igual precio de 0 pesos, pero en la opción “Bici” hay tiempo de espera de 10 minutos contra 0 minutos de la opción “Apie”. La opción “Bus” tiene también una proporción alta, esto se puede deber a que en este escenario el tiempo de espera del bus es de 5 minutos.

- Escenario N°5. Aquí las elecciones de los encuestados se distribuyen de la siguiente manera:

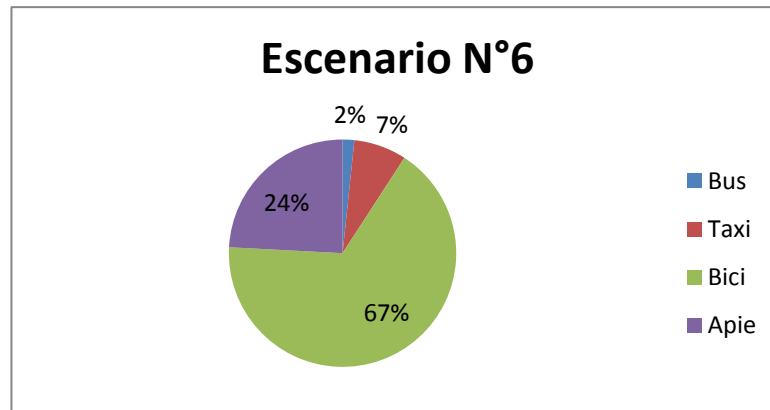
Gráfico N°5: Escenario N°5



Observamos que la opción más elegida es “Apie”. Esto puede deberse porque es la única opción con un precio de 0 pesos y un tiempo de espera de 0 minutos, aunque tengan que caminar las 15 cuadras. La opción “Bici” tiene una proporción muy baja, esto se puede deber a que tiene un precio elevado de 9 pesos, mayor al de la opción “Bus”, y encima tienen que esperar 5 minutos y caminar 6 cuadras.

- Escenario N°6. Aquí las elecciones de los encuestados se distribuyen de la siguiente manera:

Gráfico N°6: Escenario N°6



Observamos que la opción más elegida es “Bici” con un precio de 3 pesos, caminar 2 cuadras y esperar 0 minutos. Parece ser el escenario más adecuado para el uso del sistema de bicicletas públicas. Es decir, muchos puntos de estacionamiento y mucha frecuencia de bicicletas. Por otro lado la opción menos elegida es “Bus”, esto se puede deber a que tiene un tiempo de espera de 25 minutos.

De todo esto, podemos concluir que las dos variables más valoradas son el precio del viaje y el tiempo de espera. Quedando más rezagada la variable distancia total de cuadras caminadas. Esto puede ser habitual, dado que un estudiante de las zonas mencionadas por lo general se movilizan caminando en las distancias hacia su centro de estudio, es decir, que no tienen ningún inconveniente en caminar las cuadras pertinentes.

Entonces, si hubiese que introducir un sistema de bicicletas públicas, éste tendría que ser a un costo bajo, en lo posible mucho menor a la tarifa de los buses urbanos o aún mejor a un costo cero; tendría que haber muchas bicicletas en circulación, para que de esta manera haya mucha frecuencia de bicicletas en todos los puntos de estacionamiento. Y en cuanto a la cantidad de puntos de estacionamiento, no es tan importante como las otras, mientras que dichos puntos estén bien ubicados en las zonas de mayor afluencia de estudiantes.

A continuación se presenta la encuesta que se realizó a los encuestados:

Encuesta

Suponga que:

- Usted tiene que realizar un viaje de 1,5 km (15 cuadras).
- El tiempo promedio para movilizarse en esa distancia, es:
 - De 15 minutos, en bus. Considerando la congestión vehicular y las paradas del bus.
 - De 8 minutos, en taxi. Considerando la congestión vehicular.
 - De 10 minutos, en bicicleta. Considerando un sistema de bicicletas públicas explicada más abajo.
 - De 22,5 minutos, a pie.
- El sistema de bicicletas públicas funciona de la siguiente manera:
 1. Se dirige a un punto de estacionamiento donde hay una hilera de bicicletas públicas a su disposición.
 2. Pasa una tarjeta, similar a la del servicio de buses, y automáticamente se desengancha una bicicleta.
 3. Toma la bicicleta y realiza el tramo propuesto, considerando que es el tramo desde su hogar a su centro de estudio o viceversa.
 4. Con dicha bicicleta puede ir hasta otro punto de estacionamiento, no necesariamente la anterior, donde deja enganchada la bicicleta.
 5. Existe una red de bicisendas trazadas estratégicamente.
 6. El sistema estará disponible las 24 hs del día y los 7 días de la semana.
- Y por último, considere que las cuadras caminadas para tomar cualquier medio de transporte no son en sentido contrario de su ruta habitual, es decir, usted las realiza en dirección a su lugar de destino.

En los siguientes 6 escenarios, usted debe elegir, haciendo un círculo, con qué medio de transporte realizaría el tramo propuesto, teniendo en cuenta los valores propuesto en cada escenario.

Escenario N°1	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje	7	25	0	0
Distancia total de cuadras caminadas	3	3	6	15
Tiempo de espera para utilizarlo (en minutos)	15	5	5	0

Escenario N°2	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje (en pesos)	7	25	6	0
Distancia total de cuadras caminadas	9	0	2	15
Tiempo de espera para tomar el medio de transporte	5	10	10	0

Escenario N°3	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje (en pesos)	7	25	3	0
Distancia total de cuadras caminadas	6	1	4	15
Tiempo de espera para tomar el medio de transporte	25	0	0	0

Escenario N°4	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje	7	25	0	0
Distancia total de cuadras caminadas	6	1	4	15
Tiempo de espera para utilizarlo (en minutos)	5	10	10	0

Escenario N°5	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje	7	25	9	0
Distancia total de cuadras caminadas	3	3	6	15
Tiempo de espera para utilizarlo (en minutos)	15	5	5	0

Escenario N°6	Alternativas de elección			
Atributos	Bus	Taxi	Bici	A pie
Precio del viaje	7	25	3	0
Distancia total de cuadras caminadas	9	0	2	15
Tiempo de espera para utilizarlo (en minutos)	25	0	0	0