

## XII Encuentro Iberoamericano de Mujeres Ingenieras, Arquitectas y Agrimensoras

“Perspectiva de la mujer profesional Iberoamericana, ante las tendencias de la  
ingeniería y arquitectura sostenible”

### El desafío de proveer infraestructura para una movilidad segura de los peatones

**Diana Jiménez Romero**

Unidad de Seguridad Vial y Transporte, PITRA-LanammeUCR, San José, Costa Rica  
diana.jimenez@ucr.ac.cr

**Luis Ignacio Rizzi\***

Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile  
lir@ing.puc.cl

**Marcela Munizaga**

Universidad de Chile, Santiago, Chile  
mamuniza@cec.uchile.cl

#### Resumen

El presente estudio analiza el comportamiento de cruce de los peatones para acceder a un conjunto de edificios. Se observó a los peatones cruzar la calle y luego se les hizo una pequeña encuesta sobre su viaje actual, su conducta como peatón y las variables demográficas. Los peatones tenían la opción de cruzar la calle en zonas demarcadas de cruce y a mitad de cuadra (ilegalmente). Se modeló el comportamiento de los peatones en su elección de cruce, mediante modelos logit. Los resultados del modelo muestran que la elección de cruce de los peatones está influenciada principalmente por el origen y el destino de su caminata. El caso de estudio (Jiménez, 2010) muestra que los peatones siguen una trayectoria “natural” –más corta o de mínima energía– en sus caminatas. En la medida en que los cruces designados para peatones no estén ubicados en las sendas naturales de caminata, estas facilidades, probablemente, serán ignoradas por las personas. Si el énfasis en la gestión de los conflictos peatón-conductor pasa por minimizar los tiempos de espera de los vehículos, sin considerar las sendas naturales de los peatones, las soluciones implementadas no cumplirán con el objetivo de brindar seguridad y comodidad a los peatones.

Palabras clave: seguridad vial, diseño de facilidades peatonales, infraestructura peatonal.

---

\* Autor de correspondencia

### INTRODUCCIÓN

Se ha demostrado que la conducta del peatón está determinada por factores propios del individuo. La edad (Moyano, 2002; Rafaely et al., 2006; Zhou et al., 2009; Lobjois y Cavallo, 2009; Avineri et al., 2012), el género (Schwebel et al., 2009; Holland y Hill, 2007; Andersson y Lundborg, 2007; Yagil, 2000), la experiencia de manejo (MAPFRE, 2005), entre otros, afectan la percepción de riesgo de atropello y condicionan la elección de cruce vial.

El comportamiento de los peatones está relacionado también con las particularidades del viaje y de la zona por donde caminan. La ubicación del origen y/o destino, la longitud de la ruta, la distancia entre el paso peatonal y el destino, son factores muy importantes en la elección de sitio de cruce vial (Sisiopiku y Akin, 2003; Seneviratne y Morrall, 1985). La conducta del peatón al cruzar una vía depende de la magnitud y velocidad del tráfico vehicular, del diseño de facilidades peatonales y de la presencia de otros peatones cruzando (Chu et al., 2002; Baltes y Chu, 2002; Simpson, 2003; Schmidt y Färber, 2009; Rosenbloom, 2009; Chagas y Lindau, 2009; Sun et al., 2010).

Aunque se ha determinado que los peatones saben que existe mayor peligrosidad asociada a cruzar la vía por donde no está permitido (Conejera et al., 2003) y perciben que son vulnerables (Joshi, 2001), muchos de ellos cruzan fuera de los pasos peatonales por conveniencia, ahorro de tiempo, o porque no perciben riesgo al cruzar en sitios no designados de cruce (Sisiopiku y Akin, 2003).

De acuerdo con lo anterior, es importante estudiar el comportamiento peatonal y determinar los factores que inducen a los peatones a arriesgarse. En la presente investigación se presenta una metodología para estudiar la conducta del peatón en su elección de cruce vial y se estudia un caso particular de comportamiento de los peatones en un sitio en que las personas se ven enfrentadas a cruzar una vía vehicular de cinco carriles por sentido para llegar a su destino, la calzada vehicular está separada por una medianera. El flujo vehicular en la vía es de aproximadamente 2.000 vehículos por sentido durante la hora de análisis y existe regulación con semáforo en algunas intersecciones cercanas. A pesar de la existencia de pasos peatonales demarcados, se observa una alta proporción de peatones cruzando a mitad de cuadra, ignorando los pasos peatonales existentes.

### OBJETIVOS:

#### GENERAL

Plantear una metodología de análisis que permita determinar cómo las características del peatón y de la infraestructura condicionan el comportamiento peatonal.

## **ESPECÍFICOS**

Identificar, mediante encuestas de preferencias reveladas, distintas rutas peatonales y sitios de cruce que utilizan los peatones para llegar desde su origen hasta su destino.

Modelar el comportamiento de los peatones, utilizando modelos de elección discreta, de acuerdo a las características sociodemográficas del individuo y a las particularidades de la zona por donde caminan.

### **Materiales y Métodos**

Para recolectar información de los peatones y del viaje se aplican técnicas de preferencias reveladas, registrando en un formulario de encuesta las características socioeconómicas del individuo, así como el origen de su caminata, la ruta que utiliza para su arribo al lugar de destino y el sitio de cruce vial. La definición de las variables que se incluyen en la encuesta permite analizar si algunas de las hipótesis identificadas en la literatura, referentes a que las características socioeconómicas de los individuos y las particularidades del viaje afectan su elección de cruce vial.

Para determinar cómo se percibe el tema del comportamiento peatonal y poder mejorar la encuesta, se realiza un análisis grupo focal. Además, para indagar si las personas entrevistadas entienden bien el formulario, se realizan encuestas exploratorias.

La elección de cruce de los peatones se modela a nivel individual a través de modelos de elección discreta, se supone que los individuos escogen libremente el sitio de cruce para llegar a su destino de manera racional (de acuerdo a su restricción de tiempo), conforme al nivel de satisfacción o utilidad que le genera. La estimación de los modelos se realiza con base en el software BIOGEME (Bierlaire, 2003).

### **Resultados y Discusión**

De acuerdo con los resultados de la modelación, el comportamiento del peatón en su elección de cruce vial depende de la ubicación del origen (o) y destino (d) respecto a su cercanía con las facilidades peatonales. En este caso particular de estudio, los resultados indican que el hecho de provenir de un sitio cuya salida no está alineada con el cruce peatonal o de paraderos de bus ubicados a mitad de cuadra, incentiva el cruce a mitad de cuadra, lo mismo que dirigirse hacia algún edificio cuyo acceso está a mitad de cuadra. Por otro lado, los peatones que se dirigen hacia un edificio ubicado cerca de una intersección con semáforo con fase peatonal, o que llegan en modo auto acompañante o a paraderos de bus ubicados cerca de un cruce peatonal, tienen menor utilidad de cruzar a mitad de cuadra.

Según lo observado en la zona de estudio, los peatones que se bajan del bus en los paraderos ubicados a mitad de cuadra prefieren cruzar cerca del sitio donde los deja el bus que caminar un poco más para llegar al paso peatonal. Por otro lado, el tener como destino los edificios ubicados a mitad de cuadra es un incentivo para que los peatones crucen fuera del paso

peatonal, dado que para poder cruzar en las intersecciones reguladas con semáforo, los peatones deben caminar más.

Los peatones que se bajan en los paraderos de bus ubicados cerca de las intersecciones con semáforo con fase peatonal generalmente llegan hasta la intersección con semáforo para cruzar, dado que el paso peatonal les queda en su ruta hacia el destino. Algo similar ocurre para los peatones que se dirigen hacia los edificios que tienen su acceso cerca de las intersecciones con senda peatonal.

De acuerdo con las observaciones realizadas en la zona de estudio y los resultados de la modelación, se comprueba que el peatón lo que busca es ahorrar tiempo y por lo tanto la elección de dirigirse hacia el semáforo para cruzar o realizar el cruce a mitad de cuadra, se ve influenciada por la ubicación del origen y/o destino, así como de la ubicación y diseño de las facilidades peatonales. Estos resultados coinciden con algunas investigaciones (Seneviratne y Morrall, 1985; Sisiopiku y Akin, 2003).

En resumen, para el caso particular de la población estudiada, la ubicación del origen y del destino de la caminata, así como el tiempo de cruce, son las variables que condicionan la decisión de cruce vial. La distancia entre facilidades peatonales y el diseño ineficiente para peatones de algunas intersecciones con semáforo, sumado a la sensación de seguridad y resguardo que genera en los peatones la existencia de una medianera en la calzada, incentiva el cruce a mitad de cuadra. Las características personales no determinan el comportamiento peatonal probablemente debido a la habitualidad de la ruta y del cruce que realizan los peatones, dado que la rutina cambia la percepción de riesgo de atropello.

## Conclusiones

La literatura relacionada con el comportamiento peatonal sugiere que la decisión de un peatón, respecto al sitio donde cruza una vía, está determinada por factores propios del individuo tales como edad, género, aversión al riesgo, aceptación de brechas, experiencia de manejo. Sin embargo, para el caso particular de estudio, según la información recopilada en las encuestas, no se observa grandes diferencias entre las características personales de los peatones que cruzan en el semáforo o a mitad de cuadra. Los resultados de la modelación, a través de modelos de elección discreta, comprobaron que las características personales (género, edad, contextura, experiencia o frecuencia de manejo) no explican la elección de sitio de cruce para este caso particular.

Otra de las variables asociadas con la conducta del peatón se relaciona con las particularidades del viaje (ubicación del origen o destino, tiempo de la caminata, horario, motivo) y con las características de la zona por donde se camina. En este sentido, de acuerdo con la información de las encuestas, no se observa diferencias significativas entre el comportamiento de los peatones que van apurados y que se dirigen a trabajar o a clases, respecto de los que van sin apuro y que no tenían que llegar a una hora específica. Por otro lado, sí se evidenciaron

comportamientos de cruce vial distintos dependiendo del destino de los peatones y de la ubicación de las facilidades peatonales respecto del sitio donde los individuos toman la decisión de por dónde cruzar la calle. En los modelos de comportamiento se obtuvo que efectivamente, la elección del sitio de cruce está determinada por la ubicación del origen y por el tiempo que se tarda para llegar al destino.

Según el análisis de la información de las rutas seguidas por los peatones entrevistados, se comprobó que los individuos utilizan la trayectoria que los acerque más rápidamente a su destino y caminan hasta la intersección que esté más cerca de su destino. Además, la mayoría de los peatones entrevistados prefiere cruzar a mitad de cuadra debido al ahorro de tiempo que experimentan. Por otro lado, los resultados de las estimaciones de los modelos de comportamiento indican que la variable tiempo de cruce determina la decisión del sitio por dónde cruzar la calle.

La costumbre de utilizar una ruta o cruzar en un sitio específico cambia la percepción de riesgo de los peatones, en el grupo focal se manifestó que dado que se transita por un sitio conocido, el riesgo de atropello se asume con una mayor confianza y que por lo general esperan un tiempo y espacio adecuado para cruzar a mitad de cuadra. En el caso de estudio, el riesgo expresado como la relación entre el número de atropellos dividido entre el número de peatones cruzando, es menor en la intersección con semáforo que a mitad de cuadra, esto se explica porque las personas cruzan con más cuidado cuando no existen facilidades peatonales (Ekman, 1996). La mayoría de los peatones entrevistados perciben que tienen un buen comportamiento vial a pesar de que no cumplan con la normativa vial y crucen a mitad de cuadra.

Dado que un componente importante del comportamiento peatonal está relacionado con la habitualidad y esto modifica la percepción de riesgo de atropello, es necesario hacer conciencia en los peatones sobre su vulnerabilidad y el riesgo de atropello al que están expuestos. Otras acciones correctivas y preventivas necesarias para disminuir la cantidad de atropellos tienen que ver con la dotación de un entorno peatonal agradable y con un adecuado diseño de las facilidades peatonales, que responda a las necesidades de estos usuarios vulnerables.

El caso de estudio muestra que los peatones siguen una trayectoria “natural” –más corta o de mínima energía– en sus caminatas. En la medida que los cruces designados para peatones no estén ubicados en las sendas naturales de caminata, estas facilidades, probablemente, serán ignoradas por las personas. Si el énfasis en la gestión de los conflictos peatón-conductor pasa por minimizar los tiempos de espera de los vehículos, no considerando las sendas naturales de los peatones, las soluciones implementadas no cumplirán con el objetivo de brindar seguridad y comodidad a los peatones.

Se recomienda que el diseño y ubicación de las facilidades para peatones se optimice desde el punto de vista de los usuarios, de modo que no constituya una excusa a no respetar las normas de tránsito.

## Trabajos Futuros

- La presente investigación analiza un caso particular de estudio, cuya metodología puede ser aplicada en otros sitios donde se quiera estudiar el comportamiento peatonal. Una vez que se cuente con la información de la zona y de la población, a través de una modelación como la que se hizo en este trabajo, se podría determinar si efectivamente las hipótesis que existen sobre los factores que determinan el comportamiento peatonal se cumplen en el caso particular que se desee estudiar.
- Los modelos de comportamiento calibrados en la presente investigación son sensibles al tiempo de espera y por lo tanto es recomendable hacer estimaciones para otros períodos en que el flujo vehicular sea menor y donde el peatón cruce a mitad de cuadra aprovechando las brechas entre los vehículos de un mismo pelotón, lo cual tiene asociado un mayor riesgo de atropello. En ese caso, se podrían aplicar modelos de brechas, donde las brechas aceptadas por cada peatón dependerán de su aversión al riesgo y posiblemente estén relacionadas con sus características personales.

## Referencias

- [1] Andersson, H., Lundborg, P. (2007). Perception of own death risk: An analysis of road-traffic and overall mortality risks. *Journal of Risk Uncertainty* 34, 67–84.
- [2] Avineri E., Shinar, D., Susilo, Y. (2012). Pedestrian's behaviour in cross walks: The effects of fear of falling and age. *Accident Analysis and Prevention* 44, 30-34.
- [3] Baltes, M., Chu, X. (2002). Pedestrian Level of Service for Midblock Street Crossings. *Transportation Research Record* 1818, Paper N° 02-2301.
- [4] Bierlaire, M. (2003). BIOGEME: A free package for the estimation of discrete choice models. *Proceedings of the 3rd Swiss Transportation Research Conference*, Ascona, Switzerland.
- [5] Chagas, M., Lindau, L.A. (2009). Evaluating Pedestrian Safety at Midblock Crossings in Porto Alegre, Brazil. *TRB 2010 Annual Meeting CD-Room*.
- [6] Chu, X., Guttenplan, M., Baltes, M. R. (2002). Why People Cross Where They Do: The Role of Street Environment. *Transportation Research Record* 1878, 3-10.
- [7] Conejera, M., Donoso, D., Moyano, E. (2003). Comunicación persuasiva y cambio de actitudes hacia la seguridad de tránsito en peatones. *Revista Latinoamericana de Psicología* 35, 77-90.

- [8] Ekman, L. (1996). On the treatment of flow in traffic safety analysis: A Non-parametric approach applied on vulnerable road users. Lund Institute of Technology and Society, *Traffic Engineering*, 32.
- [9] Holland, C., Hill, R. (2007). The effect of age, gender and driver status on pedestrians' intentions to cross the road in risky situations. *Accident Analysis and Prevention* 39, 224–237.
- [10] Jiménez, D., (2010). Comportamiento Peatonal. Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencias de la Ingeniería mención Transporte. Universidad de Chile.
- [11] Joshi, M.S., Senior, V., Smith, G. P. (2001). A diary study of the risk perceptions of road users. *Health, Risk & Society* Vol. 3, N° 3, 261-279.
- [12] Lobjois, R., Cavallo, V. (2009). The effects of aging on street-crossing behavior: From estimation to actual crossing. *Accident Analysis and Prevention* 41, 259–267.
- [13] MAPFRE (2005). Estudio accidentalidad peatonal en núcleos urbanos. Disponible en <http://www.mapfre.com/fundacion/es/seguridad-vial.shtml>.
- [14] Moyano, E. (2002). Theory of planned behavior and pedestrians' intentions to violate traffic regulations. *Transportation Research Part F* 5, 169–175.
- [15] Rafaely, V., Meyer, J., Zilberman-Sandler, I., Viener, S. (2006). Perception of traffic risks for older and younger adults. *Accident Analysis and Prevention* 38, 1231–1236.
- [16] Rosenbloom, T. (2009). Crossing at a red light: Behaviour of individuals and groups. *Transportation Research Transportation Research Part F*, doi:10.1016/j.trf.2009.05.002.
- [17] Schmidt, S., Färber, B. (2009). Pedestrians at the kerb – Recognising the action intentions of humans. *Transportation Research Part F* 12, 300–310.
- [18] Schwebel, D., Stavrinos, D., Kongable E. (2009). Attentional control, high intensity pleasure, and risky pedestrian behavior in college students. *Accident Analysis and Prevention* 41, 658–661.
- [19] Seneviratne, P.N., Morrall, J. F. (1985). Analysis of factors affecting the choice of route of pedestrians. *Transportation Planning Technology* 10, 147-159.
- [20] Simpson, G. (2003). An investigation of road crossing in a virtual environment. *Accident Analysis and Prevention* 35, 787–796.
- [21] Sisiopiku, V.P., Akin, D. (2003). Pedestrian behaviors at and perceptions towards various pedestrian facilities: an examination based on observation and survey data. *Transportation Research Part F* 6, 249–274.

- [22] Sun, J., Liu, G., Li, K., Yang, Y. (2010). Survival analysis on pedestrian's maximum waiting time. *TRB 2010 Annual Meeting CD-Room*.
- [23] Yagil, D. (2000). Beliefs, motives and situational factors related to pedestrians' self-reported behavior at signal-controlled crossings. *Transportation Research Part F* 3, 1–13.
- [24] Zhou, R., Horrey, W., Yu, R. (2009). The effect of conformity tendency on pedestrians' road-crossing intentions in China: An application of the theory of planned behavior. *Accident Analysis and Prevention* 41, 491–497.

### Acerca del Autor (Autores)

*La Ingeniera Diana Jiménez Romero, estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad de Costa Rica. Posteriormente obtuvo un Magíster en Dirección de Empresas con énfasis en Finanzas, en esa misma Universidad. Su Magíster en Ciencias de la Ingeniería mención Transporte, lo obtuvo en la Universidad de Chile, con distinción máxima. Actualmente es la Coordinadora de la Unidad de Seguridad Vial y Transporte del PITRA-LanammeUCR y profesora de la Maestría en Ingeniería de Transporte y Vías de la UCR.*

*El Doctor Luis Ignacio Rizzi obtuvo su licenciatura en Economía en la Universidad de Buenos Aires. Luego obtuvo un MA in Transport Economics en el Institute for Transport Studies de la Universidad de Leeds. Su doctorado en Ciencias de la Ingeniería, lo obtuvo en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente es Profesor Auxiliar en la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile.*

*La Doctora Marcela Munizaga, estudió la licenciatura en Ingeniería Civil en la Universidad de Chile. Posteriormente obtuvo su doctorado en Ciencias de la Ingeniería en la Pontificia Universidad Católica de Chile. Actualmente realiza labores de Investigación y Docencia, además de ser Jefe de División, Coordinadora Docente y de Titulación de la División de Ingeniería de Transporte de la Universidad de Chile. Es Presidenta de la Sociedad Chilena de Ingeniería de Transporte y miembro de varias asociaciones internacionales de transporte.*

### Autorización y Renuncia

El (o los) autores del presente artículo autorizan a la EIMIAA para publicar el escrito en el libro electrónico del XII Encuentro Iberoamericano de Mujeres Ingenieras, Arquitectas y Agrimensoras. La EIMIAA o los editores no son responsables ni por el contenido ni por las implicaciones de lo que está expresado en el escrito.