

Proyectos de **I+D+i**
2011-2015



Metodología de Implantación de Rutas Escolares a Pie apoyadas en una Herramienta Tecnológica y su Aplicación en Centros de Educación Primaria

Universidad de Córdoba

Andalucía
se mueve con Europa



Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA



Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional



Metodología de Implantación de Rutas Escolares a Pie apoyadas en una Herramienta Tecnológica y su Aplicación en Centros de Educación Primaria

© Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía. Consejería Fomento y Vivienda. Junta de Andalucía. 2015

Universidad de Córdoba

Grupos de Investigación PAIDI:

TEP 215. Física para las Energías Renovables

TEP 149. Modelos de Simulación en Energías y Recursos Renovables,
Física e Ingeniería Civil

Córdoba, 22 de marzo de 2015 (27-03-2015)

1. Introducción y antecedentes

En los últimos años se ha hecho más presente la importancia de las nuevas tecnologías en la organización diaria de los desplazamientos personales. La gran penetración de Internet y de dispositivos móviles con acceso a datos en los hogares ha hecho habituales, en pocos años, acciones tales como consultar el tiempo de espera hasta el próximo autobús, la consulta en tiempo real a través del teléfono móvil del mejor trayecto para ir en cualquier medio de transporte hacia un lugar de destino o la optimización del gasto en combustible comparando los precios de éste en las gasolineras que hallaremos a lo largo de un determinado trayecto.

A su vez, las administraciones comienzan a vislumbrar la importancia de disponer de datos dinámicos de movilidad a gran escala, que permitan, mediante su explotación, conocer patrones de desplazamiento urbanos y planificar adecuadamente la oferta de transporte y de infraestructuras con una perspectiva de optimización de recursos.

Si bien este análisis se ha venido centrando hasta los últimos años en resolver los problemas de la movilidad urbana relativos a la movilidad motorizada, ya sea en vehículos motorizados privados o en transporte público, es cada vez más frecuente utilizar los datos ofrecidos por los propios dispositivos móviles de los ciudadanos en sus trayectos a pie o en bicicleta para planificar adecuadamente las infraestructuras destinadas a cubrir la demanda de los modos de transporte activo y las actuaciones destinadas a fomentar el incremento del porcentaje modal de éstos en el sistema de transporte. En esta línea, proyectos financiados mediante fondos públicos como Naviki (<https://www.naviki.org/es/naviki/inicio>) posibilitan a la administración pública competente conocer los itinerarios reales seguidos por los ciclistas gracias a los datos geoposicionados que proporcionan los ciudadanos suscritos al proyecto, de cara a un mejor diseño de su red de itinerarios ciclistas.

A su vez, se encuentra en auge la denominada “Economía del compartir” o “Economía colaborativa”, que incide en la mejor utilización de los recursos gracias a la interconexión de comunidades de personas dispuestas a compartir sus excedentes a través de herramientas web y aplicaciones móviles. El transporte está siendo uno de los sectores donde más está creciendo esta nueva tendencia, y se puede apreciar el incremento exponencial de viajes y usuarios que están experimentando a nivel global, y en España en particular, plataformas de carpooling como Blablacar (<http://www.blablacar.es/>) o Amovens (<https://www.amovens.com/es/>), o de carsharing como Bluemove (<http://bluemove.es/>), que ponen a disposición de los usuarios, respectivamente, plazas disponibles en coches particulares que van a efectuar determinados trayectos, o una red de coches de alquiler por horas distribuida a lo largo y ancho de determinadas ciudades.

Estas tendencias emergentes están llevando a la aparición de una disciplina emergente denominada **Computational Transportation Science** (Winter et al., 2014), en la cual se combinan los avances en computación e ingeniería con los aspectos de modelado, planeamiento, sociales y económicos del transporte para mejorar la seguridad, la movilidad y la sostenibilidad de los sistemas de transporte.

Por otro lado, la situación de la movilidad infantil a los centros educativos ha sufrido un cambio de rumbo brusco en las últimas décadas, ligado al progresivo aumento de motorización en las ciudades. Este cambio, que se traduce en una pérdida de autonomía en los desplazamientos de los menores a los centros educativos y un aumento de los desplazamientos en vehículo motorizado frente a la marcha a pie, comenzó a evidenciarse en estudios realizados en los años 90 en Inglaterra y Alemania (Hilman et al., 1990), cuyos resultados recogían una drástica disminución del porcentaje de niños de 7 y 8 años que caminaban de forma autónoma al centro educativo, desde un 80% en 1970 a sólo un 9% en 1990. En España, una investigación reciente realizada a nivel nacional ofrecía como resultado un porcentaje del

59% de niños entre 8 y 12 años que caminan al colegio, frente a un 40% que acceden en coche. De ese porcentaje de niños que acuden caminando a la escuela, un 70% no lo ha hecho nunca de forma autónoma, sin el acompañamiento de alguno de sus familiares (Alonso et al., 2009).

Este cambio de hábitos en las familias, que tiene un gran impacto sobre el medio ambiente urbano, el consumo energético de la ciudad, la seguridad vial y la salud física y el desarrollo psicosocial de los menores, está intentando ser revertido por parte de los organismos públicos a través de acciones diversas agrupadas en torno al nombre genérico de proyectos de **“camino escolar”**, cuyo objetivo es que los niños y niñas puedan desplazarse de forma lo más autónoma posible, en función de la edad, apostando por una movilidad sostenible, sana y segura al centro educativo (<http://www.dgt.es/es/seguridad-vial/educacion-vial/recursos-didacticos/infancia/proyectos-de-camino-escolar.shtml>).

Una de las acciones más utilizadas en este tipo de proyecto, especialmente dirigida al alumnado de los primeros ciclos de educación primaria, es la organización de grupos de **pedibus**, también llamado autobús caminante o bus escolar a pie. Esta modalidad consiste en establecer unos itinerarios peatonales predeterminados de acceso al colegio y situar en su recorrido un conjunto de paradas donde se organiza la recogida de menores. Uno o varios adultos se encargan de ir recogiendo a los menores en el itinerario marcado y van acompañándoles en su trayecto a pie hasta el centro educativo.

En este contexto, este proyecto trata de aunar las dos líneas de trabajo propuestas: Computational Transportation Science y fomento de iniciativas de camino escolar. En este sentido, la herramienta tecnológica colaborativa Trazeo (<http://www.trazeo.es/>) pretende facilitar que los niños y niñas hagan el desplazamiento diario al centro educativo de forma sana, segura y sostenible. El sistema se compone de una web, donde se llevan a cabo las acciones de registro, creación de rutas, definición de grupos, organización diaria del grupo y seguimiento y de una aplicación para teléfonos móviles que, además de la mayoría de estas funciones, se usa para geoposicionar el paseo en marcha y notificar al resto de miembros del grupo sobre la salida del paseo, la recogida o despedida de los niños/as integrantes de éste, y su finalización. De esta forma, con esta herramienta tecnológica se facilita el proceso de creación, organización y seguimiento de pedibuses para aumentar la confianza de las familias en el hecho del desplazamiento autónomo de los menores, tener disponibles datos en tiempo real sobre movilidad escolar a pie a los centros educativos y dotar a la comunidad escolar de una herramienta que permita la organización de las rutas.

2. Objetivos perseguidos y resultados previsibles

2.1.- Objetivos perseguidos

El objetivo principal de este proyecto es

Diseñar y analizar la oportunidad, viabilidad e impacto de una nueva metodología de implantación de rutas escolares a pie en entornos urbanos basada en la integración de una herramienta tecnológica de apoyo que permita la creación, organización y seguimiento en tiempo real mediante geoposicionamiento de grupos de pedibus.

Para ello se utilizará la herramienta colaborativa basada en software libre Trazeo, que será introducida a los miembros de tres comunidades educativas con distinta tipología e implementada en sus proyectos de camino escolar.

Los objetivos generales de este proyecto son:

- Fomentar la movilidad peatonal en los desplazamientos diarios entre las familias con hijos/as en edad escolar.
- Fomentar el cambio modal, poniendo a disposición de las comunidades educativas una herramienta facilitadora para la puesta en marcha de rutas de pedibus en los centros de educación primaria
- Reducir el impacto socioeconómico de los medios de transporte mediante la disminución de los traslados necesarios en vehículos motorizados.
- Potenciar la autoorganización y la colaboración entre los miembros de las comunidades educativas en el ámbito de la movilidad a los centros educativos.

Y los objetivos específicos del proyecto son:

- Mapear y analizar los proyectos de camino escolar que estén en desarrollo actualmente en Andalucía, su grado de desarrollo y las barreras a las que se enfrentan
- Desarrollar una metodología de implantación de rutas de pedibus en un centro de educación primaria usando la herramienta basada en software libre Trazeo
- Establecer un conjunto de métricas o indicadores medibles de forma automatizada, válidos para analizar la evolución de un grupo de pedibus
- Implementar esta metodología en tres centros escolares de educación primaria, formando a los distintos miembros de las comunidades educativas en el uso de la herramienta, y facilitando la generación de grupos de niños/as que caminen diariamente.
- Monitorizar las métricas de evolución de los grupos a lo largo de la investigación
- Analizar los resultados derivados de la implantación de la metodología de creación de rutas de pedibus y el impacto social, económico y medioambiental generado en la comunidad escolar.

2.2.- Resultados previsibles

A través del presente proyecto, se llevará a cabo una recopilación de información sobre movilidad infantil e iniciativas de camino escolar en marcha en Andalucía.

El desarrollo de este proyecto generará una metodología de implantación en centros educativos, que sirva como base para la creación, organización y seguimiento de grupos de pedibus en los centros de educación primaria. Esta metodología buscará maximizar el impacto de la puesta en marcha de estos grupos, involucrando al mayor número de agentes posibles al menor coste, y buscando consolidar en el tiempo el cambio de hábitos.

Cada centro educativo dispondrá de una web donde todos los miembros de la comunidad escolar podrán consultar los grupos de pedibuses generados y sus itinerarios, los cuales se decidirán en un proceso de co-creación con las familias y el centro, buscando en todo momento la ruta más segura que proporcione una mejor solución a las familias implicadas. A estos grupos de pedibuses, en los que estarán incluidos los miembros de las familias, los posibles acompañantes externos o monitores, profesores y directivos del centro y técnicos de la administración, se vincularán los niños que vayan a realizar diariamente el itinerario a pie. Los grupos estarán apoyados por un coordinador de pedibuses que hará las funciones de nexo entre los monitores, las familias, el centro y el grupo de investigación.

Dentro de los grupos, se podrá producir la organización diaria a través de una sección dedicada a la comunicación interna, y se podrá hacer el seguimiento de los grupos en marcha. Se visualizará sobre el mapa, gracias al geoposicionamiento del acompañante adulto del grupo, el punto en el que se encuentra el grupo y el camino que está siguiendo, así como los puntos de incorporación de nuevos niños/as al grupo.

Se recopilarán datos de movilidad escolar a pie y de interacción de la comunidad escolar con el proyecto para los tres centros educativos en los que se llevará a cabo la investigación, tanto al inicio como a la finalización de la misma. Los datos en tiempo real del funcionamiento de los grupos se recopilarán a través de la conexión a la API pública de Trazeo

A través de la página web del proyecto, se podrá acceder a diferentes contenidos relacionados con el ámbito del proyecto y a las encuestas y cuestionarios del mismo y se difundirán los resultados de la investigación.

3. Aspectos innovadores y justificación del proyecto

3.1.- Aspectos Innovadores

El proyecto parte de la necesidad de reducir los desplazamientos diarios de los escolares en vehículo motorizado privado hasta los centros educativos que se han venido incrementando en las últimas décadas, facilitando alternativas para las familias que les aporten el grado de confianza que actualmente necesitan. Para ello, aprovecha el actual auge de tendencias sociales como la economía colaborativa y la masiva utilización de internet y los teléfonos móviles para intercomunicar grupos de personas.

La principal innovación consiste en la introducción de una capa tecnológica en el proceso de creación, desarrollo y evaluación de proyectos de movilidad sostenible a los centros educativos de Primaria. Supone la primera vez que se plantea una innovación tecnológica de este estilo en este tipo de proyectos a nivel internacional. Esta capa tecnológica permite:

- Comunicar directamente a los agentes implicados en un proyecto de camino escolar: la administración competente, los centros educativos y las familias.
- Obtener datos en tiempo real del número de familias que usan diariamente las rutas de pedibus y las distancias que recorren, las comunicaciones que intercambian o las invitaciones que envían a otros miembros de la comunidad educativa para unirse al programa.
- Disponer de una herramienta tecnológica donde la comunidad educativa pueda organizar el trayecto diario, reduciendo la incertidumbre y mejorando la sensación de control.
- Disponer de un sistema de notificaciones en tiempo real sobre el comportamiento del grupo que aporte confianza a las familias, una de las principales barreras para el desplazamiento autónomo de escolares a pie.

El innovador enfoque del proyecto hacia la mejora de la comunicación interna entre el grupo y la obtención de métricas que proporcionen los datos de evolución en tiempo real de un determinado grupo de pedibus permite actuar de forma inmediata sobre alguna de las variables que afectan al desarrollo de este tipo de proyectos, aplicando distintas estrategias utilizadas habitualmente en proyectos digitales, y aumentando de esta forma sus posibilidades de éxito.

2.4.- Justificación del proyecto

El proyecto se justifica por la necesidad de actuar sobre la situación de la movilidad infantil a los centros educativos, después del brusco cambio de modo de transporte sufrido en las últimas décadas y la pérdida paulatina de peso de los desplazamientos a pie de los menores. Este cambio de hábitos en las familias tiene un gran impacto sobre el medio ambiente urbano y el consumo energético de la ciudad que es necesario disminuir. Además, se hace necesario actuar sobre la tendencia al acompañamiento permanente a los menores por miembros de la propia familia hasta edades cada vez más avanzadas, lo que genera una falta de autonomía y falta de socialización con el entorno urbano en los más pequeños.

Se pretende desarrollar una nueva metodología que, teniendo en cuenta el uso actual de internet y los dispositivos móviles, así como distintas tendencias sociales al alza como la compartición de datos relativos a desplazamientos en modos activos y la economía colaborativa, permita aumentar el impacto social, económico y medioambiental de la puesta en marcha de rutas de pedibus en centros de educación primaria, a un coste mínimo, consiguiendo la implicación de los distintos miembros de la comunidad escolar y posibilitando la evaluación continua de las métricas de evolución.

El desarrollo de esta nueva metodología se hace necesario para superar las barreras a las que se enfrentan actualmente este tipo de proyectos, como son la reducción del presupuesto de las administraciones públicas destinado a este tipo de programas, la poca implicación de un gran número de familias en el proyecto o el difícil intercambio de información entre todas las partes afectadas.

El proyecto, al recopilar y poner a disposición datos en tiempo real sobre movilidad escolar a pie, permitirá a su vez partir de datos objetivos sobre los cuales diseñar futuros proyectos, así como planificar y legislar en un futuro la movilidad infantil a los centros educativos.

4. Referencias Bibliográficas

Winter, S., Sester, M., Wolfson, O., & Geers, G. (2014). Towards a computational transportation science. *Journal of Spatial Information Science*, (2), 119-126.

Hillman, Mayer; Adams, John; Whitelegg, John (1990): One false Move... A study of children 's indepent mobility. PSI Publications. Londres.

Alonso, F., Esteban, C., Calatayud, C., & Alamar, B. (2009). Los niños, las ciudades y la seguridad vial: una visión a partir de la investigación. Colección Cuadernos de Reflexión Attitudes.

the \mathbb{R}^n is a linear space over \mathbb{R} with the usual addition and scalar multiplication. The inner product is defined by

$$\langle x, y \rangle = x_1 y_1 + x_2 y_2 + \dots + x_n y_n \quad (1)$$

where $x = (x_1, x_2, \dots, x_n)$ and $y = (y_1, y_2, \dots, y_n)$ are vectors in \mathbb{R}^n . The norm of a vector x is defined by

$$\|x\| = \sqrt{\langle x, x \rangle} = \sqrt{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_n^2} \quad (2)$$

The distance between two vectors x and y is defined by

$$d(x, y) = \|x - y\| = \sqrt{(x_1 - y_1)^2 + (x_2 - y_2)^2 + \dots + (x_n - y_n)^2} \quad (3)$$

The angle between two vectors x and y is defined by

$$\cos \theta = \frac{\langle x, y \rangle}{\|x\| \|y\|} \quad (4)$$

where θ is the angle between x and y . The orthogonal projection of a vector x onto a vector y is defined by

$$\text{proj}_y x = \frac{\langle x, y \rangle}{\|y\|^2} y \quad (5)$$

The orthogonal distance from a vector x to a vector y is defined by

$$d_{\perp}(x, y) = \|x - \text{proj}_y x\| \quad (6)$$

The orthogonal distance from a vector x to a subspace S is defined by

$$d_{\perp}(x, S) = \inf_{y \in S} \|x - y\| \quad (7)$$

The orthogonal distance from a point x to a line L is defined by

$$d_{\perp}(x, L) = d_{\perp}(x, S) \quad (8)$$

where S is the subspace spanned by the direction vector of the line L . The orthogonal distance from a point x to a plane P is defined by

$$d_{\perp}(x, P) = d_{\perp}(x, S) \quad (9)$$

where S is the subspace spanned by the direction vectors of the plane P . The orthogonal distance from a point x to a hyperplane H is defined by

$$d_{\perp}(x, H) = d_{\perp}(x, S) \quad (10)$$