

## **UN NUEVO ENFOQUE EN EL DESARROLLO DE LÍDERES Y PROFESIONALES**

*Benjamín Colucci, PhD, PE (bcolucci@uprm.edu)  
Catedrático y Director del Centro*

*Ing. Gisela González (ggonzale@uprm.edu)  
Administradora de Programa de Desarrollo Profesional*

*Departamento Ingeniería Civil y Agrimensura  
Universidad de Puerto Rico-Recinto de Mayagüez*

### **ABSTRACTO**

En los últimos veinte años, el Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación, adscrito al Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura de la Universidad de Puerto Rico (UPR) en Mayagüez, ha colaborado con los Municipios, agencias de transportación local y el Departamento de Transportación y Obras Públicas en programas innovadores de adiestramiento y capacitación para el desarrollo de líderes y profesionales asociados a la transportación. Una de estas iniciativas incluye como piedra angular al Tren Urbano, el proyecto de infraestructura de transporte colectivo de más impacto socio-económico en el Área Metropolitana de San Juan (AMSJ) y Alternativa de Transporte Integrado (ATI) como el ente gubernamental para integrar los diferentes modos de transporte que alimentaran al Tren Urbano.

En esta iniciativa de carácter interdisciplinario, estudiantes a nivel sub-graduado y graduado de ingeniería, arquitectura, planificación, sociología, y administración de empresas de los recintos de Río Piedras y Mayagüez de la UPR, de la Universidad Politécnica de Puerto Rico y de MIT con la consejería académica de profesores de dichos recintos y complementado con la experiencia de profesionales de la industria y el gobierno han participado en un conjunto de actividades educativas, en y fuera del salón de clases, en un proceso de desarrollo profesional único para preparar la fuerza laboral con las destrezas necesarias para atender los retos y desafíos de este milenio.

Esta ponencia se concentrará en los elementos e historias exitosas de este nuevo enfoque en la educación y como el uso de educación a distancia y otras tecnologías de información contribuyen al desarrollo de una nueva generación de líderes, científicos y profesionales con un enfoque interdisciplinario.

## **INTRODUCCIÓN**

El Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación, adscrito al Departamento de Ingeniería Civil y Agrimensura de la Universidad de Puerto Rico (UPR) en Mayagüez, ha colaborado con los Municipios, agencias de transportación local y el Departamento de Transportación y Obras Públicas en programas innovadores de adiestramiento y capacitación para el desarrollo de líderes y profesionales asociados a la transportación. El Tren Urbano, un sistema de riel pesado de 17.2 Km. de longitud inaugurado el 6 de junio de 2005 en el Área Metropolitana de San Juan (AMSJ), capital de Puerto Rico, considerado el proyecto de infraestructura de transporte colectivo de más impacto socio-económico en la isla y Alternativa de Transporte Integrado (ATI), el ente gubernamental creado para integrar los diferentes modos de transporte que alimentaran al Tren Urbano son la piedra angular de un nuevo enfoque que envuelve la industria, el gobierno y las universidades para educar la fuerza laboral con las destrezas necesarias para los desafíos y retos asociados a la planificación, diseño, construcción, operación y rehabilitación de la infraestructura necesaria en este milenio.

En 1986, el Centro de Transferencia de Tecnología se estableció en el recinto Universitario de Mayagüez (RUM) de la Universidad de Puerto Rico (UPR) con el propósito principal de adiestrar y capacitar personal de agencias de transportación local en los aspectos de planificación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de sistema de transportación y sus componentes principales y servir de puente de transferencia de tecnología entre Norte, Centro y Sur América.

En 1993, los Directores del Centro de Transferencia expandieron sus responsabilidades participando como consejeros académicos en el primer Programa de Desarrollo Profesional entre la Universidad de Puerto Rico (UPR), Massachussets Institute of Technology (MIT) y el Tren Urbano (TU) denominado UPR/MIT/TU. Este programa de carácter interdisciplinario, bilingüe, multicultural, y multicampus era co-auspiciado por el Departamento de Transportación y Obras Públicas de Puerto Rico (DTOP) utilizaba el Tren Urbano como el tema principal de los proyectos de investigación que era precisamente durante la fase de planificación, diseño y construcción del sistema. En 1999, la administración del Programa pasa al Centro de Transferencia y en el 2004 se comienza un segundo programa de desarrollo profesional entre la Universidad de Puerto Rico (UPR), la Universidad Politécnica de Puerto Rico (PUPR) y la Alternativa de Transporte Integrado (ATI) denominado UPR/PUPR/ATI. Este programa utiliza a ATI, el ente gubernamental que funge como integrador de los modos de transporte del Área Metropolitana de San Juan, como la base de los proyectos de investigación y desarrollo que participaran la futura generación de profesionales.

Esta ponencia se concentra en documentar los elementos e historias exitosas de estos dos programas y como el uso la educación a distancia y otras tecnologías de información han contribuido en estos programas al desarrollo de una nueva generación de líderes, científicos y profesionales con un enfoque interdisciplinario.

Un sistema de transporte de rieles mejora la accesibilidad y movilidad del área metropolitana y puede ser una oportunidad única para el desarrollo de una nueva generación de profesionales laborando en sistema de rieles. El proyecto Tren Urbano en el Área Metropolitana de San Juan (AMSJ) de Puerto Rico ha tomado ventaja estratégica de la fase ambiental, de diseño y de construcción para envolver la participación de estudiantes de las Universidades en el desarrollo de investigaciones, actividades de desarrollo profesional y educativo. La agencia de Alternativas de Transporte Integrado (ATI) es el nuevo norte para la serie de investigaciones que complementaría la primera fase de este programa pero con un énfasis en operaciones y la integración del Tren Urbano a otros modos de transporte.

En la década de los ochenta el Dr. Hermenegildo Ortiz Quiñones, Secretario del DTOP, Planificador e Ingeniero Civil de profesión, reconoció la importancia de continuar los esfuerzos para el desarrollo de un sistema de transporte colectivo eficiente para el Área Metropolitana de San Juan y dejó adelantado varias de estas iniciativas. En 1993, el Secretario de DTOP, Dr. Carlos I. Pesquera, reconoció que para el éxito a largo plazo de un sistema rápido de transporte en San Juan dependería del desarrollo de profesionales altamente capacitados para la operación del sistema. El Dr. Pesquera, junto con el Director Ejecutivo de la Autoridad de Carreteras de Transportación, Dr. Sergio L. González Quevedo, ambos ingenieros civiles y profesores de la Universidad de Puerto Rico, Recinto de Mayagüez (Antes Colegio de Agricultura y Artes Mecánicas - CAAM), entendieron que la relación entre la formación académica, la investigación y la práctica profesional. A sugerencia de Frederick P. Salvucci, consultor del DTOP y pasado Secretario de Transportación del Estado de Massachussets (Visionario del proyecto The Big Dig - el proyecto de infraestructura mas ambicioso de los Estados Unidos – convertir a túnel una vía interestatal con sobre 175,000 vehículos por día que cruza el Centro de la ciudad de Boston y restaurando su zona portuaria turística y el aeropuerto Logan) y el DTOP/ACT decidió integrar un componente de compartir adelantos tecnológicos y de informática como parte de la totalidad del proyecto del TU. El primer programa de desarrollo profesional UPR/MIT/Tren Urbano estableció cinco áreas primarias de enfoque, a saber, experiencia de enseñanza real, investigación aplicada, perspectiva multidisciplinaria, desarrollo de liderato e interacción entre las culturales anglosajona y latina (afro-americana).

El objetivo primario del Programa de Desarrollo Profesional UPR/MIT/Tren Urbano, es desarrollar líderes profesionales locales en la planificación de sistemas de transporte, diseño, construcción y operación. Los objetivos secundarios son fortalecer la educación y proyectos de investigación disciplinas claves relacionadas a la

infraestructura en la Universidad de Puerto Rico; (2) establecer un modelo interdisciplinario en colaboración con la UPR en las ramas de ingeniería, arquitectura, planificación urbana, trabajando todos juntos con expertos del gobierno y la industria, y (3) desarrollar una relación cooperativa entre la UPR y MIT.

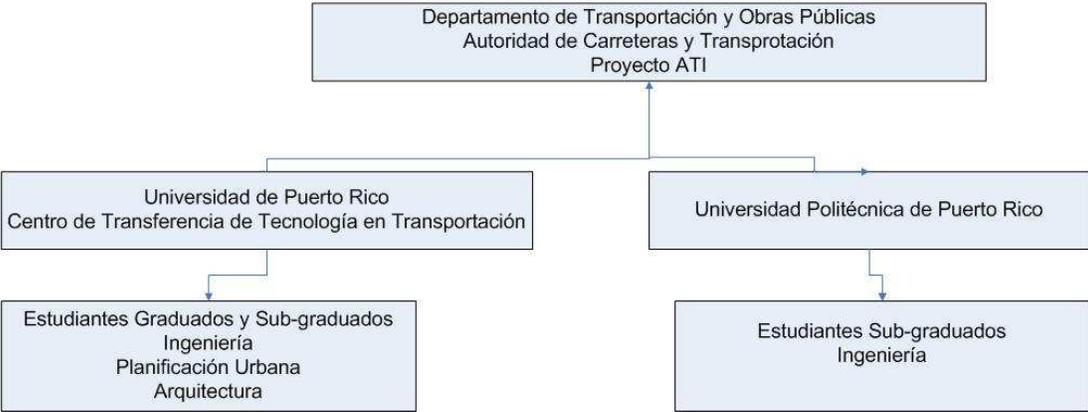
**ALIANZAS CLAVES**

El primer Programa de Desarrollo Profesional fue auspiciado por el Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP) del Gobierno de Puerto Rico, la Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT) de Puerto Rico con la colaboración de tres entidades: 1)El Proyecto Tren Urbano, 2) La Universidad de Puerto Rico (UPR) y 3) Instituto de Tecnología de Massachusets (MIT). Cada colaborador tiene un papel y una función específica con objetivos y beneficios específicos.



El segundo programa de desarrollo profesional reemplaza a MIT con la Universidad Politécnica de Puerto Rico (PUPR) y a la agencia Alternativa de Transporte Integrado (ATI) que contiene al Tren Urbano y todas sus ramificaciones.

# Programa de Desarrollo Profesional UPR/PUPR/Alternativa Transporte Integrado (ATI)

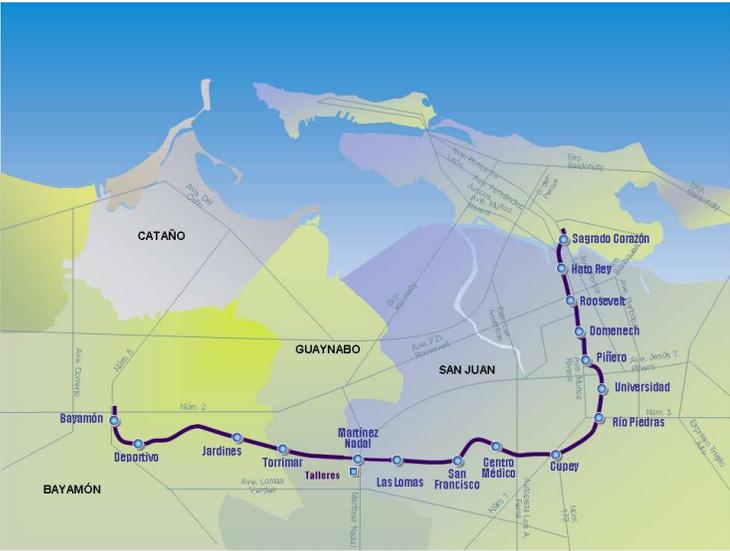


A continuación describimos los elementos comunes que han sido exitosos en varios programas de desarrollo profesional.

***Proyecto Tren Urbano***

El Proyecto del Tren Urbano ha resultado ser un laboratorio vivo para la formación de jóvenes profesionales en sistemas de transporte de rieles. El proyecto en si en su contexto es objeto de estudio e investigación. El proyecto también provee internados para estudiantes de ingeniería, arquitectura y planificación urbana.

De parte del proyecto la Oficina del Tren Urbano maneja un subcontrato con cada universidad, coordina las actividades del programa con las universidades, planifica e implementa el trabajo de los internados, sirve de enlace para las necesidades de los estudiantes y evalúa la efectividad del programa.



## ***Universidades***

Las universidades participando, UPR-MIT, evalúan, seleccionan y reclutan los estudiantes; planifica e implementa dos cursos cortos; supervisa y asesora la investigación de los estudiantes; provee los asesores académicos a los estudiantes; planifica e implementa visitas técnicas a sistemas de transporte en operación y evalúa la efectividad del programa.

### ***Universidad de Puerto Rico (UPR)***

El Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Puerto Rico (UPR) a través del Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación coordina, planifica y ejecuta todas las actividades relacionadas al programa (a partir de enero 1999) y a través del Centro de Investigaciones en Infraestructura Civil antes del 1999. Tres facultades participaron en el programa: 1) la Facultad de Ingeniería localizada en UPRM, 2) la Escuela Graduada de Planificación y, 3) la Escuela de Arquitectura, ambas localizadas en el Recinto de Río Piedras. Profesores asignados de las tres facultades asesoran a los estudiantes en sus proyectos de investigación y también participan en todas las actividades técnicas, sociales y culturales. La participación de la facultad es una de rigor en todas las actividades. Los estudiantes de la UPR son graduados y sub-graduados.

### ***Instituto Tecnológico de Massachussets (MIT)***

La colaboración del componente del Instituto Tecnológico de Massachussets se basa en el Centro de Estudios de Transportación y varios de los estudiantes y la facultad participaron en el programa son parte de este Centro. Los estudiantes y la facultad del Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, de Planificación y Estudios Urbanos, y de Arquitectura son parte integral del programa. La mayoría de los estudiantes de MIT son estudiantes de maestría y sus investigaciones, financiadas por el Proyecto del TU, es incorporada a su Tesis de Maestría. Cada año, dos a cinco estudiantes sub-graduados también participan en el programa, trabajando en colaboración con estudiantes graduados.

## **ELEMENTOS DEL PROGRAMA**

El programa consiste de seis elementos claves que se enfocan en proveerles a los estudiantes una formación académica y profesional completa, los mismos se describen en la sección a continuación:

<b>Elemento 1</b>	<b>Curso corto <i>Transportación Pública en Boston MIT</i></b> <i>(Junio o Julio)</i> Introducción al Proyecto del Tren Urbano Introducción al Transporte Público Historia y Desarrollo del Sistema de Transporte en Boston
-------------------	---

	<p>Giras técnicas a la MBTA, Proyecto de la Arteria Central y otros  Lo mejor y lo peor del proyecto en Boston  Presentaciones de los proyectos de investigación de los estudiantes de MIT  Actividades Recreacionales y Culturales  Experiencia de estar en una ciudad culturalmente-orientada hacia el transporte colectivo</p>
<b>Elemento 2</b>	<p><b>Curso corto del Tren Urbano y de la Transportación en Puerto Rico</b>  <i>(Enero)</i>  Actualización del Progreso del Proyecto del Tren Urbano  Sistemas Internacionales de Transporte  Transportación Pública Existente en el AMSJ  Exhibición por medio de Afiche de los Proyectos de Investigación de los estudiantes  Reuniones con personal de la oficina del Tren Urbano  Giras técnicas a proyectos en construcción  Gira en Helicóptero sobre Alineación del Tren  Intercambio cultural con estudiantes de MIT  Actividades Recreacionales y Culturales</p>
<b>Elemento 3</b>	<p><b>Desarrollo del Proyecto de Investigación</b>  Los tópicos de investigación seleccionados se basan en la necesidad del proyecto y el interés del estudiante.</p>
<b>Elemento 4</b>	<p><b>Práctica Profesional o Internado</b> <i>(Verano)</i>  Internados con consultores y contratistas del Tren Urbano  Colocación de acuerdo a posiciones disponibles según el interés del estudiante  Evaluaciones a la mitad del termino y al final del internado</p>
<b>Elemento 5</b>	<p><b>Visita a un sistema en operación de transporte en rieles</b>  Estudio y observaciones de un sistema de rieles en funcionamiento.  Comparaciones y contraste con el Tren Urbano  Diálogo con profesionales</p>
<b>Elemento 6</b>	<p><b>Posibles ofertas de empleo con contratistas o consultores</b>  Usualmente los internados llevan a ofertas de empleo.</p>

En respuesta a oportunidades especiales, otras actividades se han implementado para enriquecer la experiencia de los estudiantes y aumentar la exposición del programa. Estudiantes de la UPR participan en varios foros técnicos donde presentan los resultados de su proyecto de investigación. Durante los pasados dos años, estudiantes de la UPR, en colaboración con la Oficina del Tren Urbano, han organizado la Feria del TU en la UPR, Recinto de Mayagüez, para proveer información general a la comunidad universitaria, sobre el proyecto del Tren Urbano. Estudiantes de MIT han presentado sus hallazgos de sus proyectos de investigación en la conferencia TRB en Washington, DC.

### ***El curso corto en Transporte Colectivo en Boston en MIT***

El curso de verano en MIT es una oportunidad para los estudiantes aprender acerca de la evolución de un sistema de transporte público en Boston, y ver como este sistema ha formado el desarrollo del área metropolitana en Boston. Para los estudiantes de la UPR este curso es el comienzo de su participación en el Programa, mientras que para los estudiantes de MIT es el punto medio de su investigación relacionado al TU.

Los estudiantes de la UPR comienzan su curso de verano en San Juan, donde se les introduce al proyecto del Tren Urbano durante dos días intensos de presentaciones. El desarrollo urbano del Área Metropolitana de San Juan (AMSJ), los cambios en las necesidades y

facilidades de transportación, particularmente después de la 2da Guerra Mundial, desparramamiento urbano y el aumento exponencial en el uso del automóvil, establecen etapas de estudio de estrategias para el diseño, construcción y operación del Sistema de Rieles Tren Urbano. Las consideraciones a largo plazo para la expansión del sistema, de transportación a través de toda la isla, de desarrollo en conjunto y del uso de terrenos también se discuten.

Luego de estos elementos los estudiantes UPR viajan a Boston y conocen a los estudiantes de MIT y pasan una semana estudiando y experimentando una ciudad con una red desarrollada de transporte público y cuenta con un sistema de transporte rápido por más de un siglo.

El curso de estudio en MIT incluye giras técnicas para estudiar diseño del tránsito, construcción, operación y mantenimiento del sistema. Los estudiantes complementan las visitas formales al sistema con un estudio personal de la ciudad y el tránsito mientras ellos experimentan el uso del sistema a través de varios eventos que el Programa coordina que incluye un crucero por la bahía y un juego de pelota de las Medias Rojas.

El curso asigna un proyecto a estudiantes de ambas instituciones y de diferentes disciplinas. El proyecto requiere observaciones de los mejores y peores aspectos del sistema de transporte de Boston y se les solicita a los equipos de trabajo



*Estudiantes y Profesores del Grupo 4 de la UPR en MIT en 1994*

que sometían sus recomendaciones para lograr un mejor sistema en San Juan. Estos proyectos se presentan por los equipos en el último día del curso.

La instrucción presentada en MIT incluye detalles y mayores consideraciones del transporte público. La secuencia de la historia, el diseño, la construcción, operación y el mantenimiento también es presentado. Las presentaciones son hechas por diversos profesores de MIT del Departamento de Ingeniería Civil, del Departamento de Estudios Urbanos y Planificación, y del Centro de Estudios de Transportación. Profesionales locales, oficiales de transportación y activistas comunitarios son incluidos en el Programa para complementar los objetivos del curso.

Casos específicos de la línea del tren se usan para organizar las presentaciones, el material del curso las giras técnicas. Por ejemplo, el Corredor del Suroeste de Boston, la línea anaranjada se presenta para ilustrar un proceso de diseño con participación activa de la comunidad y como la línea resultante logró el apoyo del público, seguridad personal y mantenimiento sustancial voluntario en los terrenos utilizados que son parte del proyecto de transporte.

La interacción entre los estudiantes de la Universidad de Puerto Rico y MIT se lleva a cabo en varios niveles. El contacto no-académico en las cenas, eventos nocturnos, y una excursión un fin de semana al estado de Vermont provee una oportunidad para aprender acerca de otra cultura y establecer unas bases para el aprendizaje sobre trabajo profesional en diferentes ambientes.

En resumen, el curso de verano en MIT bajo el primer programa de desarrollo profesional tenía como propósito fundamental proveer una intensa introducción a asuntos centrales de transporte público a través de presentaciones y de experiencias directas de los estudiantes. También provee motivar a los estudiantes para que investiguen en tópicos particulares que van a ser el enfoque de sus investigaciones el año siguiente. Esto era necesario en aquel entonces porque la UPR en Río Piedras y Mayagüez no tenían experiencia significativa en transporte colectivo y no existían cursos que cubrieran a fondo estas necesidades de transporte público. A través de los años, la experiencia adquirida por los profesores de la UPR dio fruto a nuevos cursos electivos en Transporte Colectivo ofrecido en Mayagüez con un enfoque interdisciplinario y la adaptación de cursos existentes introductorios a la ingeniería de transportación a nivel sub-graduado que fortalece la enseñanza de los currículos existentes de la UPR.

El curso de verano ofrecido durante el primer programa de desarrollo profesional UPR/MIT/TU ha sido revisado y expandido en respuesta a las sugerencias de los estudiantes y la facultad y para armonizarlo con el progreso del proyecto del Tren Urbano.

### ***Curso corto en el UPR de Tren Urbano y Transportación en AMSJ***

El curso en enero en San Juan es estructurado en de tal forma que tanto los estudiantes de MIT del primer programa de desarrollo profesional como los de PUPR y UPR se familiaricen con el AMSJ para que aprendan y conozcan acerca de los retos y oportunidades de transporte en la zona y conozcan el papel estratégico del Tren Urbano. Durante el curso corto los estudiantes de MIT y UPR se exponen a un número de profesionales distinguidos que ofrecen charlas y discusiones de grupos en tópicos que varían desde la cultura en Puerto Rico a detalles técnicos acerca del Proyecto del Tren Urbano.



***Recorrido del Grupo 3en Helicóptero de la Alineación del Tren Urbano durante la fase de construcción durante el 1996.***

Representantes del gobierno de Puerto Rico a nivel del Secretario del DTOP, también realizan presentaciones sobre elementos críticos y comparten los retos y visión para la transportación pública en San Juan.

El curso en San Juan es una mezcla de experiencias aprendidas, presentaciones, paneles, giras técnicas, reuniones individuales,

experiencias con el transporte público en San Juan y una gira en helicóptero para ver la alineación del Tren. Los temas que se cubren varían cada año en respuesta a la etapa en que se encuentra el proyecto. Los tópicos presentados en los pasados años ha incluido sistemas de transporte en Suramérica, progreso en la construcción, servicio de guaguas y públicos en AMSJ, integración intermodal, operaciones y mantenimiento, sistemas, financiamiento, mercadeo y relaciones con la comunidad. El Programa se enriquece por actividades socioculturales que promueven la interacción entre estudiantes de MIT y UPR en el primer programa de desarrollo profesional y ahora entre PUPR y UPR. Esta interacción, a su vez, aumenta un entendimiento cultural e interdisciplinario. Cada participante recibe una carpeta con las presentaciones impresas que sirven como las actas del evento.

Los estudiantes presentan el estatus de sus respectivos proyectos de investigación y reciben comentarios de otros estudiantes, profesores y otros participantes acerca de su trabajo de investigación. Durante los primeros cuatro años los proyectos de investigación se presentaban oralmente complementados con presentaciones audiovisuales, pero a partir del 1999, los estudiantes prepararon afiches que se exhibían en la Oficina del Tren Urbano. La exhibición de afiches se

tornó en parte del programa y cada día se le dedicaba una hora para revisar los afiches y proveer comentarios y sugerencias sobre la investigación para consideración del estudiante.

### ***Experiencias de Investigación***

Los proyectos de investigación de los estudiantes no solo son beneficiosos para los estudiantes sino también para el proyecto del Tren Urbano y para ATI. El objetivo es que a medida que el proyecto del Tren Urbano progresó el foco de la agenda en la investigación también se modifica para mantenerla a tono con las prioridades del proyecto mientras que los estudiantes investigan un tópico relevante a sus intereses académicos. De este modo se logra mantener un balance en programa de investigación. De un parte es esencial que la investigación altamente relevante para las actuales y futuras decisiones a tomar para el Tren Urbano. Es por esta razón que inicialmente el programa se enfocó en el Tren Urbano y en la actualidad se modificó para atender los aspectos de integración, por consiguiente, el nuevo programa atiende dichos aspectos y se denominó UPR/PUPR/ATI. De otro lado es esencial tener una clara diferencia entre investigación aplicada apropiada para una universidad y el trabajo de consultoría necesario para apoyar el proyecto del Tren Urbano. Típicamente, estudiantes graduados realizarán solo un proyecto de investigación que tomará por lo menos nueve meses en completarse y proveerá un componente sólido de aprendizaje.

En el otoño, estudiantes de las diferentes universidades seleccionan tópicos de investigación bajo la supervisión de uno de los profesores participando en el programa. La mayoría de los estudiantes de ingeniería de la UPR Recinto de Mayagüez son sub-graduados mientras que los estudiantes de planificación y arquitectura del Recinto de Río Piedras son graduados. Los estudiantes graduados participan normalmente en el programa por dos años y su investigación resulta en su tesis de maestría. Los estudiantes sub-graduados realizan investigación mayormente aplicada y se matriculan en cursos de investigación a nivel sub-graduado equivalente a seis créditos (3 por semestre). Como requisito del curso, los estudiantes toman talleres de redacción de propuestas e informes técnicos y como dar presentaciones efectivas. Además, preparan una propuesta de investigación delineando las actividades principales del proyecto, preparan informes de progreso al finalizar el primer semestre, confeccionan un afiche ilustrando el progreso alcanzado en la investigación complementado con una presentación oral utilizando Microsoft Office o equivalente, algunos preparan maquetas de las estructuras evaluadas, y otros desarrollan aplicaciones en computadora utilizando programas de simulación incluyendo programas que pueden adaptarse para uso de agendas y computadoras manuales (palmcorders). Al final del segundo semestre, los estudiantes presentan su informe final de su investigación para así completar los requisitos del programa. Los estudiantes participan en todas las giras técnicas en y fuera de Puerto Rico y todos los gastos de viaje y alojamiento son cubiertos por el programa.

Mientras la mayoría de los estudiantes de MIT participando en programa, son estudiantes graduados, realizando su investigación de tesis un número sustancial de estudiantes sub-graduados también participan típicamente trabajando en colaboración con un estudiante graduado bajo la consejería de un miembro de la facultad. Esto ha probado ser una manera efectiva de interesar a estudiantes sub-graduados de MIT en áreas particulares de estudio y de carreras profesionales. También participaron en el primer programa de desarrollo profesional estudiantes de la Universidad de Northeastern y de Boston aportando en temas de capacidad y evaluación económica

El programa de desarrollo profesional que inicialmente participó MIT con la UPR y Tren Urbano estaba enfocado principalmente en sistemas de transportación, gerencia de construcción y planificación urbana, con énfasis en procesos de procuraduría y gerencia de construcción a medida que el proyecto entra en la fase de construcción. El tema de la transportación ha sido un área fuerte de investigación desde el punto de vista de los diferentes aspectos de sistemas de rieles y particularmente para el mejoramiento de sistemas existentes de guaguas y públicos y su integración efectiva con el Tren Urbano. Un área que surge como tema de investigación es el análisis de alternativas, estrategias y prioridades para futuras extensiones.

En el segundo programa de desarrollo profesional que actualmente participa la Universidad Politécnica de Puerto Rico (PUPR) se enfoca en aspectos de capacidad de la infraestructura vial que provee acceso a las facilidades del Tren Urbano y ATI pero con énfasis en las facilidades peatonales requeridas para los usuarios del sistema. También incorpora aspectos de control de calidad y de inspección de las columnas y otros elementos estructurales que conforman el tren.

Desde 1994 hasta el presente, más de doscientos veinte (220) proyectos de investigación han sido completados o están en proceso de completarse en años programas de desarrollo profesional. La diversidad de temas de investigación cubre desde accesos a aeropuertos, diseño de estaciones, gerencia de construcción, controles, ingeniería eléctrica, impacto ambiental, tarifas, financiamiento, ingeniería de suelos, desarrollo conjunto, desarrollo económico, uso y zonificación de terrenos, operaciones y mantenimientos, estacionamiento, transporte de rieles, planificación de puertos, ingeniería de tránsito, planificación de transporte, facilidades peatonales, diseño urbano y vehículos, aspectos de integración intermodal con el Acuaexpreso, el sistema de AMA, Metrobus, Públicos entre otros y aspectos operacionales específicamente en la segunda fase del programa de desarrollo profesional con UPR/PUPR/ATI.

### ***Práctica Profesional -- Internado de Verano***

Durante el segundo semestre, los estudiantes tienen la oportunidad de participar en un internado a tiempo completo por diez semanas con contratistas y consultores del Tren Urbano. La experiencia del internado es coordinada por la oficina del Tren Urbano, a través de su Departamento de Transferencia de Tecnología.

Los objetivos principales del internado son: (1) Proveer a los estudiantes una experiencia significativa y relevante desde el punto de vista profesional y (2) proveer un foro para el desarrollo profesional

Los internados son mayormente en áreas como control de calidad, seguridad, servicios técnicos, ingeniería de campo, geotécnica, ingeniería de Tránsito, planificación, arquitectura, diseño urbano, gráficas, coordinación de interfases, vehículos, sistemas y gerencia de proyectos. La gran mayoría de la primera generación de internados fue en las oficinas del Tren Urbano en San Juan y en las oficinas de los contratistas y consultores, posteriormente se coordinaron internados fuera de Puerto Rico, a saber, en la ciudad de Boston, Massachussets, Sacramento, California y Minneapolis, Minnesota. El contrato inicial del Tren Urbano requería proveer trabajo de internado para estudiantes y este elemento fue clave para el éxito del desarrollo profesional. Los estudiantes de la UPR y de la PUPR tienen prioridad para los internados de trabajo durante el verano. Si hubieran estudiantes de MIT, no puertorriqueños con destrezas en el idioma español cuya participación en los trabajo de internado en verano beneficie el proyecto y de haber posiciones disponibles, entonces todo esfuerzo debe ser asignar a dichos estudiantes a posiciones de internado de veranos.

El éxito de la experiencia del internado comienza con la preparación previa a la llegada de los estudiantes. Típicamente, este proceso comienza entre enero y febrero cuando los estudiantes expresan su deseo de participar en el internado por medio de entregar una solicitud de internado. De forma simultánea contratistas y consultores someten una descripción de trabajo para los solicitantes de internados. Estas descripciones y la solicitud del internado son los documentos bases a utilizar en las sesiones de entrevistas coordinadas por la oficina del tren urbano. Los estudiantes y supervisores asisten a la sesión de entrevista y luego expresan sus preferencias. Basado en las preferencias de los estudiantes, los mismos son ubicados en sus asignaciones de trabajo.

Los estudiantes pasan entre ocho a diez semanas en sus lugares de empleo y participan en cuatro reuniones que se llevan a cabo cada dos semanas. Dos de estas reuniones, tienen como propósito fortalecer el desarrollo profesional y las otras dos son sesiones de evaluación. Las evaluaciones son tanto escritas como orales. Los internados de verano culminan con una noche de reconocimiento para internos y profesores. Frecuentemente, los internados resultan en empleos particularmente cuando el estudiante se gradúa en junio, realiza su internado en junio y julio y comienza a trabajar en agosto. Una vez terminado los internados los estudiantes regresan a sus universidades para completar el trabajo académico, mientras otros continúan estudios graduados.

### ***Gira técnica a un Sistema de Riel en Servicio***



*Estudiantes y Profesores del Grupo 4 durante la gira técnica al Medellín Metro en 1997.*

Durante el receso académico de semana Santa (en Puerto Rico) los estudiantes y profesores de la UPR visitan una ciudad para estudiar un sistema de rieles bajo operación. Esta visita consiste en una actividad formal de dos a tres días que incluye conferencias, paneles, visitas a las estaciones, centro de control y taller de mantenimiento. En este momento los estudiantes cuentan con los elementos necesarios

para absorber toda la información que se les provee y establecer un contraste entre el sistema proyectado para San Juan y el sistema de rieles de Boston. Las ciudades visitadas son Caracas, Venezuela; Miami, Florida; la ciudad de Nueva York y Medellín, Colombia.

### ***Oportunidad de trabajo con consultores y contratistas del Tren Urbano***

Una vez los estudiantes completan el período de internado y sus estudios académicos, todo esfuerzo es dirigido a colocarlos, para que comiencen a trabajar con alguna de las compañías trabajando en el proyecto del Tren Urbano. La ubicación de los jóvenes profesionales en estas compañías varía en base a disponibilidad de posiciones y el volumen de trabajo en el Tren Urbano.

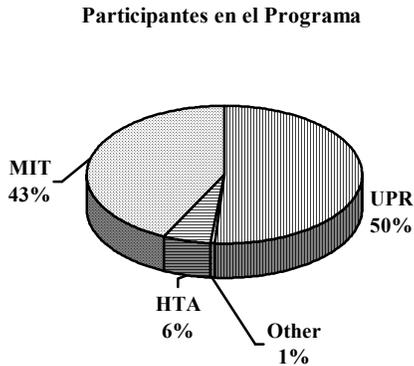
### **Financiamiento del Programa**

El financiamiento de estos programas ha contado con la participación del gobierno y de la universidad. La Autoridad de Carreteras y Transportación (ACT) y el Departamento de Transportación y Obras Públicas (DTOP) de Puerto Rico han invertido a través de los años de dichos programas en exceso de \$10 millones de dólares en programas de compartir tecnologías que incluye a UPR/MIT/TU y a UPR/PUPR/ATI. La Universidad de Puerto Rico (UPR) ha aportado en fondos de semilla y pareo aproximadamente \$330,000 para estas iniciativas. Además, la Administración de Desarrollo Económico de Puerto Rico proveyó a través de la ACT la cantidad de \$750,000 para cubrir los gastos en una de las etapas críticas de la extensión del programa asegurando la continuidad del mismo.

Las partidas principales de gastos en la Universidad asociadas a estos programas de desarrollo profesional incluyen las ayudantías de investigación, los costos para el desarrollo de cursos y talleres, gastos de viaje y alojamiento, los estipendios para los profesores consejeros, los gastos administrativos y costos

indirectos por el uso de facilidades. El Tren Urbano y ATI tiene partidas similares pero además incluye los gastos asociados a los internados en las oficinas de los contratistas y consultores durante el periodo de verano.

## Resultados del Programa



Desde que se estableció el primer programa de desarrollo profesional con MIT en 1994, sobre 250 estudiantes han participado en el mismo. En el segundo programa de desarrollo profesional UPR/PUPR/ATI, que comenzó en el 2004 han participado en total 22 estudiantes principalmente estudiantes sub-graduado. En los comienzos del programa también participaron ingenieros inspectores de la ACT principalmente durante la fase de construcción de las estaciones del Tren.

Se estima que sobre un 70% de estos profesionales han sido contratados por las compañías que ofrecen servicio a ATI y Tren Urbano al igual que con el Departamento de Transportación y Obras Públicas cumpliendo así una de las metas del programa de desarrollar profesionales para atender los retos y desafíos de Puerto Rico para este milenio. Varios de estos profesionales han sido contratados en puestos de liderazgo y gerencia en las diferentes agencias tales como Ayudantes del Director Ejecutivo de la ACT, Gerente de Adiestramiento y Capacitación de Siemens y de Alternate Concept Inc. (ACI), Consultor de Compañías Consultoras reconocidas localmente tales como Estudios Técnicos, Inc. , y en Estados Unidos con sistemas de transporte colectivos tales como Chicago Transit Authority (CTA). Por último, varios han decidido proseguir con estudios doctorales y unirse a la fuerza laboral en la cátedra. Ciertamente esta experiencia de desarrollo profesional le ha brindado tanto a los estudiantes como a los profesores del programa un conocimiento amplio sobre el transporte colectivo y ha fortalecido sus destrezas de liderazgo y gerenciales.

El programa ha sido un ente catalítico para exponer los hallazgos de los proyectos de investigación en foros académicos que incluye pero no se limita al Junior Technical Meeting de la Fundación Nacional de Ciencias (NSF por sus siglas en inglés), Congreso de Ingeniería, Agrimensura, y Ramas a Fines (COINAR), FoPER (Forum to Promote Engineering Research), y EPSCoR (Experimental Project to Stimulate Competitive Research).

## Análisis del Desempeño del Programa

El desempeño del programa se puede analizar de varias perspectivas, a modo de ejemplo, la cantidad de estudiantes que han participado en el programa, proyectos de investigación completados, la aplicación de los resultados de los proyectos en

alguna fase de la construcción y operación del tren, estudiantes que han decidido proseguir a estudios graduados, estudiantes contratados por las mismas empresas que trabajan directamente con la ACT, DTOP o el Tren Urbano, desarrollo profesional a los consejeros del programa u otros beneficios directos que puedan recibir tanto la Industria, Gobierno o las Universidades. En las figuras tales y tales se muestran las estadísticas del programa inicial en donde colaboró la Universidad de MIT y el enfoque era el Tren Urbano.

Basado en estos datos sobre 300 estudiantes han participado en este programa incluyendo los Internados en las oficinas del Tren Urbano, los contratistas y los consultores que proveen servicios al Tren.

Las evaluaciones de los estudiantes y los supervisores que participaron en los programas de Internados muestran las destrezas de liderazgo de los estudiantes participando en prácticamente todos los aspectos del proyecto desde ensamblaje de vehículos, planificación de ruta de luces, trabajo de inspección en el campo, agrimensura, diseño de página para la Red Cibernética y apoyo administrativo hasta participar en el desarrollo de planos conceptuales y estudios de Ingeniería de Tránsito en Intersecciones incluyendo análisis de facilidades peatonales.

### **Reconocimientos del Programa a Nivel Nacional**

En términos de reconocimientos de los proyectos de investigación llevado a cabo por los estudiantes y sus consejeros, cinco de los estudiantes egresados del Programa han recibido reconocimiento a nivel nacional específicamente en el programa de becas que ofrece la Fundación Americana del Transporte Colectivo (American Public Transportation Association). El reconocimiento incluye un premio en metálico y los gastos de viaje y alojamiento en el Congreso Anual de la APTA que es la asociación más grande de organizaciones de transporte colectivo de los Estados Unidos de América.

### **Ingredientes Esenciales Para el Éxito de un Programa de Desarrollo Profesional**

La importancia de utilizar proyectos de infraestructura reales como la piedra angular de programas de desarrollo profesional en un ambiente académico es un ingrediente esencial en este proceso.

Los estudiantes que han participado en estos programas tanto la primera generación de MIT y UPR como la nueva generación de PUPR y UPR han encontrado uso inmediato y práctico de estas experiencias ya sea a nivel de las tareas que realizan en el trabajo o continuar estudios avanzados de post-grado en sus respectivas disciplinas. Ciertamente han sido bendecidos con un conjunto de destrezas y conocimientos con un enfoque interdisciplinario que les va a ser de utilidad por el resto de sus vidas.



Un elemento clave para el éxito del programa es el compromiso de los altos gerenciales responsables por la planificación, el diseño, la construcción y la operación del tren urbano. La alta gerencia a nivel del Secretariado del DTOP y el director ejecutivo de la ACT como entidad pública representando al gobierno de PR en combinación con el sector privado representado por Frederick R. Harris y el Consorcio de Compañías bajo la sombrilla del GMAEC son claves en éxito y continuidad del programa con el apoyo incondicional de los presidentes, rectores, decanos y directores de los diferentes departamentos de donde participan los estudiantes del programa. Otro ingrediente esencial es el hecho que se reconoce el conocimiento científico de los investigadores y su habilidad de compartir y transmitir este conocimiento a diferentes niveles dependiendo del tipo de audiencia que incluye ingenieros, arquitectos, planificadores, sociólogos y administradores de empresas. Este nuevo enfoque en la educación genera tres beneficios directos:

- Fortalecimiento de la enseñanza y los programas de investigación de las facultades y departamentos participantes en el Programa de desarrollo profesional.
- Aportar al desarrollo de la fuerza laboral en las áreas de arquitectura, planificación, diseño urbano, transporte, ingeniería, sociología y administración de empresa.
- Desarrollar destrezas de presentaciones técnicas ante foros profesionales incluyendo participación en debates, desarrollo de afiches y en el uso efectivo de las herramientas computacionales de Microsoft Office en combinación con el uso de la Red Cibernética.

Esta iniciativa de desarrollo profesional utilizando el proyecto del tren urbano en la primera fase (1994-2004) y el sistema ATI en el programa vigente (1994-presente) ha sido equivalente a un laboratorio de aprendizaje para el desarrollo de los futuros líderes profesionales que tienen en sus hombros la responsabilidad y el compromiso de excelencia y eficiencia en el transporte público urbano de este

milenio. Además esta gestión abre las puertas para que otros programas dentro de un ámbito universitario consideren incorporar experiencias prácticas para complementar y fortalecer la enseñanza teórica de tal manera que vaya a la par con las nuevas tendencias de educación a distancia e interdisciplinarias de este milenio.

Este programa en la opinión de los autores que suscribimos esta ponencia es muestra viviente que la industria el gobierno y la Universidad pueden colaborar de manera exitosa en el desarrollo y formación de los futuros profesionales para atender los retos en la transportación que se avecinan. En este modelo el DTOP, Frederick R. Harris, GMAEC, MIT, PUPR y los Recintos Universitarios de Río Piedras y Mayagüez han demostrado que se puede colaborar con un mismo norte que es el desarrollo de la nueva generación de profesionales utilizando un mega-proyecto como el tren urbano del área metropolitana de San Juan y la alternativa de Transporte Integrado para lograr esta meta.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este nuevo enfoque en la educación de profesionales y líderes rompe las barreras tradicionales de enseñanza en las aulas y salones de clases. Es por eso que hay que reconocer - honor a quien honor merece - a los campeones de estos programas de desarrollo profesional.

En primera instancia agradecemos a los estudiantes que han confiado en nuestro nuevo enfoque en la educación en un ambiente interdisciplinario, multi-campus complementado con una que otra Quijotada, pero siempre pensando en el bienestar y conjunto de destrezas necesarias para su desarrollo profesional y los desafíos que estarán sometidos en este milenio. A los profesores y consejeros académicos de la UPR Recintos de Mayagüez y Río Piedras, PUPR, MIT, Universidades de Northeastern y Boston que con su experiencia y sabiduría han dado cátedra de lo que la Universidad puede colaborar en una gesta compartida con la industria y el gobierno. Estos incluyen pero no se limita a Nigel Wilson, Ken Kruckermeyer, Fred Salvucci, , Mikel Murga, Antonio-González Quevedo, Gabriel Moreno, Gustavo Pacheco, Amado Vélez, Anibal Sepúlveda, Esteban Sennyey, Jaime Gutierrez, Felipe Luyanda-Villafañe, Ismael Pagán Trinidad, Jorge Iván Vélez Arocho y muchos más.

Agradecemos además a los pasados Secretarios de Transportación y Obras Públicas, Directores Ejecutivos de la Autoridad de Carreteras y Transportación, a los Presidentes, Rectores, Decanos, Directores de Departamento y demás autoridades universitarias que desde el 1992 han dicho presente en esta gestión de desarrollo profesional. Al personal administrativo del Tren Urbano, ATI y los consultores y contratistas que han dictado charlas técnicas, talleres, participado en paneles y han coordinado giras técnicas, internado de verano entre otros. Un agradecimiento muy especial a Lydia Elena Mercado, Diana Rubio y Rose Marie Bernier que siempre han dicho presente en toda la logística asociada a este programa.

Finalmente a todo el personal del Centro de Transferencia de Tecnología en Transportación que con su apoyo incondicional año tras año han hecho posible el éxito de este programa.

## REFERENCIAS

1. Colucci, Benjamín; González-Quevedo, Antonio; Mercado, Lydia Elena; Kruckemeyer, Kenneth; Wilson, Nigel H.M., Leadership and Professional Development for Public Transportation, Proceedings ASCE First International Conference on Urban Public Transportation Systems, Implementing Efficient Urban Transit Systems and Enhancing Transit Usage, Miami, Florida, March 21-25, 1999, pp 465-476.
2. Colucci, Benjamín, University Research and Professional Development for Public Transportation:Tren Urbano Initiative, Congress Theme: Transit Partnerships for the New Millenium, FTA, Region IV Annual Meeting, Atlanta, Georgia, May 26-28, 1999.
3. Colucci, Benjamín y Gutierrez, Jaime, Iniciativa UPR/MIT/Tren Urbano: Un Nuevo Enfoque para el Desarrollo Profesional, Congreso Latinoamericano de Transporte Colectivo, Caracas, Venezuela, 1999.
4. Colucci, Benjamín, Un Nuevo Enfoque para el Desarrollo Profesional de Estudiantes: Iniciativa UPR/MIT/Tren Urbano, UPR Crónicas Universitarias, Año 5, Vol 1, Universidad de Puerto Rico, Administración Central, Octubre 1999, pp 22-24.
5. Colucci, Benjamín; Izquierdo-Encarnación, José M.; Elena Mercado, Lydia; Salvucci, Frederick P.; Wilson, Nigel H.M, A New Model for Applied University Research and Professional Development: The Tren Urbano Program, 80<sup>th</sup> Annual Meeting, Transportation Research Board, Washington, D.C, January 2001.
6. DTOP, Nuevas Tendencias Educativas Dejan Huella en Nuestra Transportación, Revista Visión, Departamento de Transportación y Obras Públicas, edición de febrero de 2002.
7. Colucci, Benjamín, Un Nuevo Enfoque para el Desarrollo Profesional de Nuestros estudiantes: Iniciativa UPR/MIT/Tren Urbano, University Transportation Research Center Newsletter, City College of New York, 1999.
8. Colucci, Benjamín; Mercado, Lydia-Elena, Desarrollo de Líderes y Futuros Profesionales en el Sector Transporte: Iniciativa Tren Urbano-UPR-MIT, XIX Congreso de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI), Ciudad de Panamá, Panamá, Agosto de 2000.
9. Colucci, Benjamín; Figueroa, Alberto M. y Garay Vega, Lisandra, Educación para el Desarrollo de Ingenieros con Visión Empresarial, XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería Mecánica, Eléctrica, Industrial y Ramas Afines (COPIMERA), Quito, Ecuador, 26 al 29 de noviembre de 2001.