



¡Ajusten sus cinturones!

Investigadores de los departamentos de Diseño e Ingeniería Industrial de la Javeriana definen los parámetros claves que deben tenerse en cuenta en el diseño del espacio interno de vehículos de transporte escolar para garantizar la seguridad de los niños que lo utilizan. Su impacto en la legislación y la normatividad empieza a ser evidente.

FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.

La cantidad de niños que utilizan los servicios de transporte escolar hace de éste un segmento fundamental en la prevención de accidentes.

Por Silvia Montaña Niño

Cada día miles de niños en toda Colombia deben utilizar servicios de transporte escolar para asistir a sus colegios y luego regresar a sus hogares. Sin embargo, no todos estos viajes tienen un final feliz. Algunos de los accidentes de vehículos escolares impactan por su dramatismo a la opinión pública, como el del Colegio Agustiniense en abril de 2004, mientras que muchos otros, no menos graves, no son registrados por los medios de comunicación. Por ejemplo, el 29 de enero de 2007 un vehículo escolar que transportaba a estudiantes del barrio Mochuelo Alto de Bogotá chocó contra un barranco. Al menos 27 niños resultaron lesionados. El 13 de abril de ese mismo año un bus de

servicio público colisionó contra otro vehículo escolar que transportaba a estudiantes del Colegio Británico y dejó como saldo un niño muerto y otros 12 menores heridos. Y aunque no existen registros consolidados sobre la accidentalidad del transporte escolar en el país, sigue siendo cierto que en Colombia los accidentes de tránsito son la primera causa de muerte para niños entre cinco y 14 años, hecho que es congruente con las cifras que manejan entes internacionales como la Organización Mundial de la Salud y el Banco Mundial a nivel planetario.

Si bien esta dramática estadística “incluye también accidentes que involucran a los niños como peatones, usuarios de bicicleta o pasajeros de vehículos particulares”, según aclara el diseñador Ovidio Rincón Becerra (integrante del grupo de investigación Dise-

ño e Innovación de la Universidad Javeriana y especialista en ergonomía), la cantidad de niños que utilizan los servicios de transporte escolar hacen de este un segmento clave en la prevención de dichos accidentes, ya que, en promedio, 9,27 vehículos escolares se accidentan semanalmente tan sólo en la ciudad de Bogotá.

Ésta fue la principal motivación que impulsó a un grupo de docentes del Departamento de Diseño (Facultad de Arquitectura y Diseño) y a los profesores Lope Hugo Barrero y Leonardo Quintana, del Departamento de Ingeniería Industrial (Facultad de Ingeniería), a involucrarse de lleno en el estudio de esta problemática. Así, el objetivo del equipo interdisciplinar, que se fortaleció en 2007, se centró en la determinación de los parámetros que deben orientar el diseño

de un espacio interno cómodo y seguro para los niños que se transportan en vehículos escolares.

Juntos y revueltos

Una de las primeras dificultades encontradas por los investigadores fue la legislación que cobija el transporte escolar, en particular el Decreto 174 de 2001, el cual reglamenta la categoría llamada “servicio público de transporte terrestre automotor especial”. El problema reside en que dicha categoría también incluye vehículos que prestan servicios turísticos o transportan a empleados de empresas. La implicación práctica más importante de esta legislación es que las empresas utilizan su flota para prestar todos los servicios de la categoría y, como consecuencia, las normas de seguridad que se usan en estos vehículos son diseñadas para pasajeros adultos y no para niños.

Ante una normatividad que regula el transporte escolar de niños con la mente puesta en usuarios adultos, el equipo decidió seguir una metodología de cuatro pasos. El primero de ellos fue seleccionar y priorizar los componentes críticos que involucran el espacio interno de la cabina utilizada por los pasajeros. Esta etapa tuvo como punto de partida la Resolución 7171 del Ministerio de Transporte, así como la reglamentación complementaria y las normas técnicas asociadas.

Con ayuda de esta documentación, el grupo de investigadores estableció siete sistemas a partir de las siguientes categorías: silletería, medios de sujeción interna, puertas, ventanas, piso, así como los elementos de almacenamiento y de seguridad. Con ayuda de una matriz de análisis, evaluaron la influencia de cada uno de los sistemas en la seguridad de los niños, lo que los llevó a concluir que eran los asientos y los cinturones de seguridad los aspectos más críticos. Posteriormente determinaron, en estos dos componentes, las características que se relacionan directamente con la protección y la comodidad de los niños: dimensiones y materiales, forma y estructura, fijación y facilidad de uso.

De esta forma, los investigadores identificaron otro problema que afecta la reglamentación del servicio de transporte escolar, ya que una de las piedras angulares de la misma es la Norma Técnica Colombiana 1570 que especifica los requerimientos técnicos que deben cumplir los cinturones de seguridad. Pero esta norma “sólo tiene en cuenta a los pasajeros adultos, olvidando las características anatómicas que hacen únicos a los usuarios menores de edad, por lo



FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.
El equipo de investigación estudia los parámetros que deben orientar el diseño de un espacio interno cómodo y seguro para los niños que se transportan en vehículos escolares.

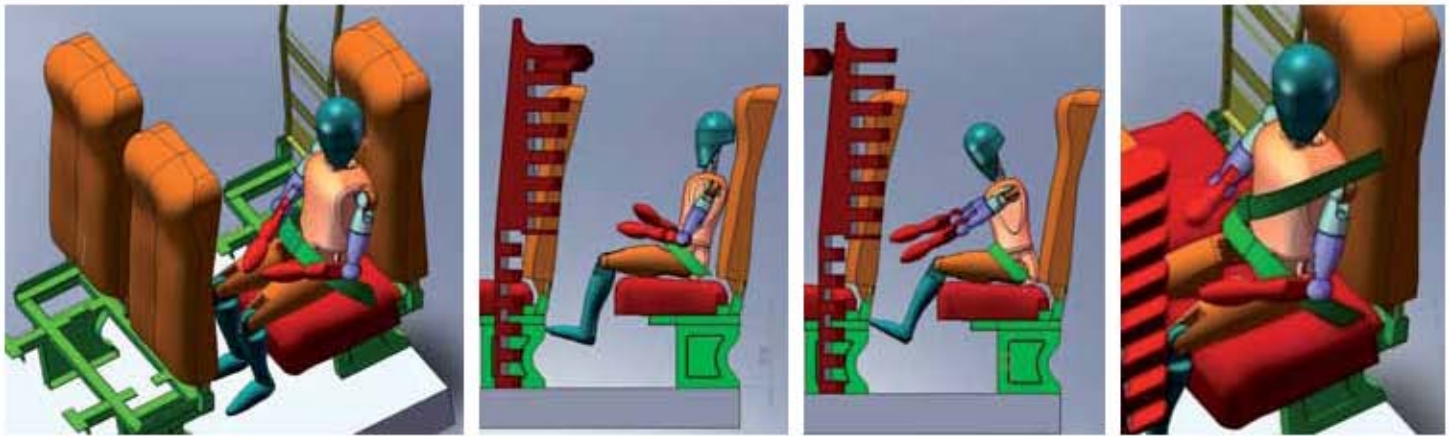
■ EN PROMEDIO, 9,27 VEHÍCULOS ESCOLARES SE ACCIDENTAN SEMANALMENTE TAN SÓLO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ.

que es totalmente inapropiada”, como aclara Martha Bernal Castro, diseñadora industrial e investigadora principal del equipo.

La siguiente etapa del estudio consistió en obtener información directa acerca de los vehículos empleados para el transporte escolar, así como del personal involucrado en la prestación del servicio y los usuarios. Después de contactar a diversas instituciones educativas y empresas transportadoras, se logró levantar información concerniente a los materiales, las dimensiones, la distribución y la estructura de los componentes críticos seleccionados previamente en 25 vehículos escolares, entre ellos microbuses, busetas y buses. Luego se procedió a obtener información concerniente a los criterios de organización empleados en las

rutas escolares, con la ayuda de conductores y asistentes de ruta, así como sobre aquellos comportamientos de los menores de edad que pudieran tener incidencia en su seguridad y comodidad en caso de un accidente de tránsito. Para complementar la información suministrada por las 37 personas entrevistadas, se registraron, mediante video no intrusivo, 12 recorridos diferentes de dos colegios de Bogotá, lo que permitió encontrar conductas potencialmente peligrosas por parte de los niños, por ejemplo comer, quitarse el cinturón de seguridad, caminar dentro del vehículo en movimiento, o manipular útiles escolares o juguetes.

Adicionalmente, los investigadores recopilaron información documental que incluyó estadísticas de accidentes de vehículos



DISEÑOS DEL EQUIPO DE INVESTIGACIÓN

A través del uso de las simulaciones virtuales se determinan las zonas en las que se concentran los impactos y se deciden las acciones preventivas por desarrollar en cuanto a materiales y disposición de elementos.

■ UTILIZAR CINTURONES DE DOS PUNTOS TIENE EFECTOS PARTICULARMENTE NOCIVOS PARA LA SEGURIDAD DE LOS MENORES.

escolares en Bogotá, estudios anatómicos y antropométricos con especial énfasis en las diferencias entre adultos y niños (proporciones corporales, conformación de los sistemas óseo y muscular), así como normatividad nacional e internacional y reportes técnicos relacionados con los componentes y las características anteriormente seleccionados. La información recogida fue organizada y sintetizada en la tercera fase de la investigación. La cuarta y última fase consistió en la formulación y evaluación de parámetros de diseño para los componentes definidos.

Después de las discusiones y el refinamiento de las ideas, se definieron unos parámetros de diseño. En el proceso de evaluación de éstos, el equipo encontró otro

gran obstáculo. Idealmente, los parámetros deberían ser validados mediante la ejecución de pruebas reales de choque, utilizando *dummies* o maniqués para simular los cuerpos de los pasajeros. Lamentablemente nuestro país no posee la infraestructura para ejecutar este procedimiento físico de evaluación (las únicas pruebas dinámicas, aunque sin *dummies*, las realiza el Cesvi, una entidad constituida por diez de las aseguradoras más importantes de Colombia). Ante esta dificultad, el equipo de investigación decidió utilizar un esquema de simulación virtual de choques, desarrollando un *dummy* y un escenario de pruebas virtuales en los programas Solid Works, Cosmos Worky Cosmos Motion. Paradójicamente, la utilización de este software dio flexibilidad

a la investigación, pues los investigadores pudieron simular las posturas reales adoptadas por los niños durante los recorridos observados (sentados de frente, sentados de lado, arrodillados sobre el asiento).

Hacia una solución local

Lo ideal para los investigadores, como afirma la diseñadora Carolina Daza Beltrán, es generar una solución de transporte escolar local, “donde se establezcan las características ideales en términos de seguridad, del diseño del chasis, de la carrocería y de los componentes del espacio interior de los vehículos escolares, de acuerdo con las condiciones productivas, económicas y tecnológicas del país y con las características de los niños”.

Esta visión se desprende de los resultados arrojados por la investigación. Por ejemplo, en cuanto a las características relacionadas con los asientos y los sistemas de retención, se encontró que sus dimensiones no se ajustan a las medidas antropométricas de los pasajeros, con algunas excepciones puntuales (los valores mínimos de la inclinación del espaldar y profundidad del asiento para niños entre diez y 14 años). La incompatibilidad dimensional de los asientos y los cinturones de seguridad incrementa la incomodidad de los niños a lo largo del tiempo del recorrido, lo que a su vez ocasiona frecuentes cambios de postura y el mal uso —o completo desuso— de los cinturones de seguridad. De aquí se derivan las consecuencias previsibles en la gravedad de las lesiones en caso de un accidente.

Sobre las especificaciones concernientes a los materiales utilizados para la fabricación de los componentes seleccionados, se analizaron características como la resistencia al fuego y al desgaste, así como la textura de las sillas y su capacidad para evitar el desplazamiento de los menores en las fases de aceleración y desaceleración. Se



FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.

Un elemento clave en la seguridad son los sistemas de retención, es decir, los cinturones de seguridad, y en su diseño hay grandes falencias.

tuvo en cuenta el principio norteamericano para el diseño del espacio interno de buses escolares conocido como “compartimentalización”, el cual, explica Bernal, consiste en lograr que los elementos del espacio interno del vehículo amortigüen el impacto de los pasajeros, al absorber gran parte de la energía generada por el choque. De esta manera, y a través del uso de las simulaciones virtuales, se determinaron las zonas en las que se concentran los impactos de la cabeza y las rodillas contra el espaldar de la silla ubicada al frente del pasajero y, por lo tanto, en dónde se debe utilizar materiales que ofrezcan una mayor amortiguación.

En cuanto a la forma de los elementos de contacto, se determinó que lo mejor es diseñar la cojinería de tal manera que induzca a adoptar una postura adecuada, y que además minimice las lesiones en caso de un impacto. Dado que los efectos de un choque lateral son más lesivos que los de uno frontal, el equipo sugiere como uno de los parámetros de diseño la existencia de soportes laterales que limiten los giros bruscos de la cabeza del niño en caso de impacto.

Pero si hay algún elemento clave en la seguridad vehicular escolar, son los sistemas de retención, es decir, los cinturones de seguridad. En los 25 vehículos de transporte escolar analizados se encontró que cuentan con cinturones de seguridad de dos puntos (de regazo y diagonales para adultos), mientras que todos los estudios aconsejan el uso de sistemas de retención acordes con la edad, el peso y la estatura de los niños. Utilizar cinturones de dos puntos tiene dos efectos particularmente nocivos para la seguridad de los menores, como explica la diseñadora Daza Beltrán: “El primero es conocido como efecto submarino, que se produce cuando el ajuste del cinturón no es adecuado y el niño se desliza hacia abajo permitiendo que la correa del cinturón, que debería estar posicionada bajo la cadera, llegue a la altura del estómago en donde no existen estructuras óseas que protejan los órganos internos. El segundo es llamado efecto bisagra: el cinturón hace que se produzca una hiperflexión de la columna vertebral con los consiguientes daños en la médula espinal en caso de un choque”.

La importancia de los asistentes de ruta

El equipo de investigadores también encontró una serie de resultados adicionales a partir del análisis de los videos y de la información recogida en las entrevistas a conductores y asistentes de ruta. Gracias a ello encontraron que en muchos casos los asistentes le dan mayor importancia al

■ DENTRO DE LOS VEHÍCULOS, EL GRUPO DE INVESTIGADORES ENCONTRÓ SIETE CATEGORÍAS CRÍTICAS: SILETERÍA, MEDIOS DE SUJECCIÓN, PUERTAS, VENTANAS, PISO Y ELEMENTOS DE ALMACENAMIENTO Y SEGURIDAD.

control de la disciplina dentro del vehículo que a la seguridad de los niños.

Además, se pudo observar que varios de los asistentes de ruta no ejercen el control necesario sobre la adecuada ubicación de los menores, y permiten que caminen mientras el bus está en movimiento, que se sienten lateralmente o que se arrodillen mirando hacia el puesto de atrás. Es importante mencionar que, de acuerdo con los resultados de las simulaciones realizadas por el equipo investigador, esta última postura es la que tiene mayor potencial lesivo ya que arrojó los valores de aceleración en cabeza y tórax más altos con respecto a las demás posturas analizadas.

Otra conclusión es que la reglamentación colombiana no contempla lineamientos claros sobre criterios de organización de los menores dentro del vehículo, de acuerdo con la vulnerabilidad asociada a su edad. Adicionalmente, no hay un estricto cumplimiento por parte de los fabricantes de buses de la reglamentación vigente, en particular la relacionada con las dimensiones de las sillas y la distribución del espacio interno del vehículo.

Se ha buscado que los resultados de la investigación tengan un impacto en la for-

mulación de políticas públicas, por lo cual el equipo investigador hizo presencia en los medios para mostrar su postura frente a la expedición del Decreto 036 de 2009 de la Alcaldía Mayor de Bogotá, en el cual se establecían lineamientos que podían perjudicar la seguridad de los menores. Aunque se notaron los cambios en la redacción del documento al ser modificado por el Decreto 339 de 2009, el equipo de investigación no está totalmente de acuerdo con éste.

En la actualidad el equipo trabaja de cerca con el Comité Técnico 173 del Icontec, que pretende elaborar una norma para el transporte escolar para vehículos de máximo 19 pasajeros. En el ámbito científico, el grupo ha participado en diversas ponencias nacionales e internacionales. El logro más reciente lo constituye la publicación de un artículo científico en la *Revista Panamericana de Salud Pública* de la Organización Panamericana de la Salud. **■**

■ PARA LEER MÁS

- » Bernal, M. L., Daza, C. & Rincón, O. (2010). Modelo conceptual para identificar factores relevantes en la seguridad de los niños en los auto buses escolares. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 27 (6). http://revista.paho.org/?a_ID=1490. Recuperado 31/07/2010.



FOTOGRAFÍA DE GUILLERMO SANTOS.

La incompatibilidad dimensional de los asientos y los cinturones de seguridad incrementa la incomodidad de los niños a lo largo del tiempo del recorrido.