

La seguridad vial y las infraestructuras. Parte 2.



No hubo indulgencia para él, murió al chocar contra ese muro sin oportunidad de evitarlo.

Luis M. Xumini.

4. La investigación sobre el origen de la siniestralidad

De la necesidad de ciencia surgió la investigación de las causas de los accidentes como una especialidad con objeto y método, conformada básicamente por un ingeniero estadounidense, Josef Stannard Baker⁷, que durante los años 40 y 50 del pasado siglo construyó un modelo de accidente que, junto a los pocos planteamientos teóricos que logró conformar, le permitieron planificar una metodología para investigar su mecánica (cómo suceden) e ir aproximándose a su origen (por qué suceden).

Los planteamientos de Baker son acertados y de una utilidad práctica indiscutible. Con el transcurso de los años, la metodología para investigar cómo suceden se ha mejorado extraordinariamente; y hoy, si el accidente lo permite (en muchos casos es imposible), somos capaces de reproducir y explicar su mecánica con una precisión que supera exageradamente lo que precisamos a efectos cognitivos. Pero el modelo y los planteamientos de Baker no acaban de resolver el problema del objeto de la investigación: pues no permiten distinguir las causas con claridad, articulándolas con coherencia, al faltar una fundamentación teórica conforme a un paradigma científico que proporcione la coherencia conceptual imprescindible (el mismo problema que

en la construcción, desarrollo y gestión del sistema). En esto no somos una excepción: nos ha sucedido como a muchas especialidades; por ejemplo, en las Neurociencias, que gracias a los avances en la instrumentación tecnológica, tienen más datos que nunca sobre el cerebro humano, pero muy poca teoría que proporcione la coherencia necesaria para poder relacionarlos y entenderlos.

En los últimos 50 años, nadie tomó el relevo en el trabajo teórico necesario: por ello, no se ha podido avanzar en el conocimiento de las causas de la siniestralidad. Peor aún, porque más de medio siglo después de que se establecieran las bases ele-

(7) The Traffic Institute, Northwestern University, Evanston, Illinois, EE.UU.

mentales de la Accidentología, todavía no se ha logrado que los accidentes de tráfico se investiguen sistemáticamente con el modelo y la metodología planteada para ese fin, para al menos tener más conocimientos sobre cómo suceden, sobre el contexto en el que se producen y esclarecer alguna cosa sobre sus causas. Se ha llegado a la absurda y paradójica situación que proclamó el Libro Blanco del Transporte en la UE de 2001, que dice así:

"Necesidad de investigaciones independientes. La explotación de las investigaciones realizadas con motivo de los accidentes plantea un problema. En la actualidad, el objeto principal de las investigaciones diligenciadas por las autoridades judiciales o las compañías de seguros es la reparación de los perjuicios causados por los accidentes y la determinación de las responsabilidades, en aplicación de códigos establecidos por el legislador. Sin embargo, estas investigaciones no pueden sustituirse a la necesidad, creciente en Europa y Estados Unidos, de disponer de investigaciones técnicas independientes cuyos resultados se orienten hacia las causas de los accidentes y los medios de mejorar la legislación."

Por ello es imposible saber de las causas indagando en los registros de la siniestralidad de las Administraciones de tráfico, porque en esos registros no constan esas causas, dado que las investigaciones para juzgados y aseguradoras (que son las que los nutren de datos) jamás han investigado para saberlas; sino que utilizan la palabra "causa" en el contexto de la culpa entre los usuarios implicados, para establecer responsabilidades jurídicas conforme a códigos de circulación establecidos por el legislador a fin de reparar el daño causado. Códigos que son distintos en cada país, y cuya seguridad funcional aún no ha sido verificada en ninguna parte, pese a que se han detectado y publicado fallos en las normas, que, junto a las condiciones y características de las infraestructura, provocan accidentes (porque algo sí se sabe).



Antes, la rueda delantera derecha de su coche impactó contra este obstáculo en la berma derecha, el coche rotó por la acción del obstáculo yéndose de frente contra el muro sin poder hacer nada por evitarlo.

Además, en esas indagaciones para juzgados y aseguradoras se emplea la noción común de causa, que siempre ha provocado graves problemas de rigor y objetividad, precisamente por los errores e imprecisiones al determinar la causa por el modo específico en el que actúa. Problema que se solucionó en la antigüedad definiendo varios conceptos de causa que se distinguen precisamente por su modo específico de acción, a fin de no cometer los errores e imprecisiones del concepto común. Pero, al desaparecer de la formación universitaria la teoría y la metodología de la ciencia, ha imperado la contradicción: es necesario saber de causas, pero no se sabe cómo distinguirlas.

Así, más de cien años después de que se produjera la primera muerte por accidente de circulación con un automóvil, sabemos muy poco de las causas de la siniestralidad; pues, con el fiasco teórico en Accidentología, todos los intentos por saber de esas causas han fracasado por falta de teoría y metodología para poder determinarlas con acierto. Entre las carencias más significativas, basta mencionar una particularmente relevante: todos han intentado esclarecer las causas de la siniestralidad con

la noción común y, como consecuencia, con tremendas dificultades, errores e imprecisiones, dado que lo que estaban buscando no podían identificarlo con facilidad y acierto.

La Comisión Europea, en coherencia con lo dicho en el Libro Blanco, convocó un comité de expertos, al objeto de conformar la metodología para investigar las causas de la siniestralidad. No hay noticias de que se hayan pronunciado al respecto; pero lo último que se supo sobre el trabajo de ese comité, y lo que venía proponiendo uno de sus miembros, no permitía albergar esperanzas de ningún tipo.

Pese a las buenas intenciones de la CE y otras instituciones para resolver el problema de la metodología para investigar el origen de la siniestralidad, la verdad es que la metodología de una especialidad cognitiva sólo la pueden resolver quienes la practican, porque son los que se enfrentan a los problemas que plantean las cuestiones que hay que responder, y obviamente son quienes más pueden saber sobre el modo de responderlas con acierto, rigor y objetividad, y más

(8) Y mejorar la seguridad del tráfico; si no, ¿para qué?

aún ante las carencias formativas para ejercer actividades científicas, de las que hay que entender necesariamente para llevar a cabo el planeamiento metodológico necesario.

"No existe ninguna cosa tal como accidente; lo que nosotros denominamos con este nombre es el efecto de alguna causa que no vemos; si pudiésemos determinar la causa de un accidente tendríamos mayores posibilidades de prevenirlo".

François-Marie Arouet, "Voltaire".

Hoy se puede afirmar que lograremos saber de las causas de la siniestralidad con el acierto suficiente para ir avanzando por ellas, pues se tomó el testigo para remediar las carencias teóricas que han impedido la metodología para conseguirlo; y, al hacerlo, también se entra necesariamente en la teoría básica del sistema viario, que es imprescindible para tener un orden lógico a la hora de construirlo y gestionarlo, y al investigarlo.

Así, poniendo a prueba la teoría y ensayando la metodología, se han investigado y se siguen investigando esas causas, y con ello adquiriendo conocimientos que, una vez sistematizados en el contexto teórico básico, permiten establecer criterios para el diseño, construcción, mantenimiento y gestión del sistema.

La investigación de la siniestralidad y de la seguridad es ciencia aplicada, porque es para la aplicación del conocimiento a las necesidades humanas y al desarrollo tecnológico. Pero también es ciencia empírica, pues, pese a las aplicaciones informáticas que permiten simulaciones, no existe otro modo de saber algo del origen de los siniestros, que el de estudiar la realidad en la que se producen. Y como sucede en Vulcanología, con los fenómenos del sistema viario no se pueden hacer ensayos controlados para hacer la demostración experimental que se considera imprescindible en la ciencia experimental clásica.

En la ciencia empírica predomina la demostración lógica, basada en el estudio de los hechos y de los fenómenos ateniéndose al orden natural conocido y a la metodología especí-

fica de la disciplina. Y, en general, la demostración empírica deviene de la propia realidad, al producirse el resultado predicho basándose en el conocimiento obtenido y demostrado lógicamente. Así se han logrado extraordinarios y útiles avances en la predicción sobre erupciones volcánicas, que no son menos científicas porque no se puedan reproducir de modo controlado en un laboratorio.

No obstante, para poner a prueba la teoría y tener certeza de la utilidad de la metodología planteada, existen unos siniestros de tráfico idóneos, dado que permiten una demostración empírica con relativa rapidez que, junto a la demostración lógica, zanja la cuestión desde el punto de vista cien-

Los puntos negros que han sido solucionados por este método permanecen sin registrar accidentes durante meses y años, mientras el lugar y el tráfico que circula por él permanecen en condiciones similares a las que se dejaron tras la corrección de problema, demostrando empíricamente la validez de la teoría y la utilidad de metodología.

Hasta la fecha, en todos los *puntos y tramos de concentración* que se han investigado, las causas finales que producían y concentraban la siniestralidad estaban en las infraestructuras, y a veces en combinación con las normas de circulación (recuerde que su seguridad funcional no ha sido verificada, y que las normas actúan en el contexto de las infraestructuras según las impone el diseñador o el gestor viario).

Uno de los problemas para llevar a cabo la verificación de la teoría y la metodología ha sido lograr que se solucionaran los problemas que causaban y concentraban la siniestralidad, pese a que la mayoría de los puntos se solucionaban con medidas de bajo y muy bajo coste, pues lo permiten la precisión y el acierto de los resultados del estudio. En estos años sólo se ha logrado que se solucionara el 30% de los puntos y tramos que se han investigado. Los demás han seguido dispar fortuna: unos permanecen concentrando siniestros con su regularidad característica; otros han disminuido su frecuencia y cantidad en la producción de siniestros, al cambiar las condiciones del lugar o del tráfico, pero siguen produciéndolos; los menos han cambiado completamente al modificar el diseño del lugar y cambiar el tráfico que circula por él, y para saber de su seguridad hay que comenzar de nuevo. En los peores, la siniestralidad disminuyó un 80% en el primer año y desde el primer día, dado que los efectos de la corrección del problema fueron inmediatos. Al estar la causa final en las infraestructuras, la seguridad aumenta desde el instante en el que se corrige, y afecta a todo el tráfico que circula por el lugar. Aunque también es verdad que en esos lugares en los que se obtenían los peo-

En general, la materialización de la seguridad consiste en eliminar o disminuir las causas y efectos del riesgo

tífico: pues, cuando algo queda demostrado lógica y empíricamente, ya no existen más modos de poder demostrar la veracidad de las cosas y el resultado se considera verdad, o sea, que tiene correspondencia con lo que es y sucede en la realidad.

Esos siniestros de circulación idóneos son los que se producen en los llamados *puntos negros* o *Tramos de Concentración de Accidentes*, pues, una vez se han investigado sus causas siguiendo la metodología planteada conforme a la teoría básica, permiten una demostración empírica que determina la veracidad o falsedad del resultado de la investigación, así como la validez de la teoría y la utilidad de la metodología que se ha empleado.



En el obstáculo dejó unos raspaduras que demostraban que llegó a la berma derecha procedente de la berma izquierda.

res resultados no se solucionaron todos los problemas hallados: lo cual (no hay mal que por bien no venga) ha permitido adquirir conocimientos sobre la acción de las visibilidades insuficientes o muy ajustadas.

Y por ese trabajo realizado en los últimos once años, podemos afirmar que lograremos saber de las causas de la siniestralidad con el grado de acierto imprescindible para ir mejorando por ellas.

Además de la prueba y la verificación, los *puntos negros* y los *tramos de concentración*, también se están empleando para estudiar el riesgo y la seguridad en las vías en servicio, dando excelentes resultados, y también para investigar accidentes individualmente; aunque hay que advertir que no en todos los accidentes se pueden saber sus causas con certeza, pero ello no impide saber de ellas en aquellos que sí podemos determinarlas.

Así han ido surgiendo conceptos nuevos e imprescindibles para seguir estudiando el riesgo, la siniestralidad y la seguridad, tal como son los *puntos y tramos de riesgo* (empíricos, no estadísticos) que, con cambios en las condiciones del lugar o en el tráfico que circula por él, pueden acabar siendo un *punto negro* o un *tramo de con-*

centración de siniestros.

La existencia inequívoca de *puntos y tramos de riesgo* empíricos y el modo en el que se activan como *puntos y tramos de concentración* de siniestros, da explicación a la misteriosa movilidad, aparición, desaparición y reaparición de los *puntos negros* y *TCA*, que no deviene de extraños e inexplicables sucesos en el sistema viario, sino de los conceptos que se emplean para definir y acotar esos puntos y tramos⁹. Con los conceptos empleados para las pruebas y la verificación, la cantidad de *puntos de concentración* aumenta considerablemente; y esos misteriosos efectos no sólo desaparecen, sino que, cuando se observa algún cambio en la frecuencia y en la cantidad de la siniestralidad registrada en algún punto o tramo que ya ha sido catalogado como de *riesgo* o de *concentración*, también se observan cambios en las condiciones de las infraestructuras o en el tráfico que circula por él: cambios que explican, de causa a efecto, las variaciones en la producción de la siniestralidad registrada.

Hasta ahora los conflictos y siniestros que se han investigado en *puntos y tramos de riesgo* también tenían sus causas finales en las infraestructuras. Y aún no se sabe qué parte de

la siniestralidad se está produciendo en los *puntos y tramos de riesgo*: éste es uno de los proyectos pendientes. Pero, dado que a simple vista se observan muchos *puntos y tramos de riesgo* por las condiciones de las infraestructuras, y que son muchos más que los de concentración, la parte de siniestralidad que se puede estar produciendo por causa de las infraestructuras en *puntos y tramos de riesgo* puede ser alta.

Está claro que, una vez detectado un *punto o tramo de riesgo*, lo urgente y necesario es solucionarlo, y no sólo por los siniestros que ya se están produciendo en el lugar, sino porque ante cualquier cambio en el tráfico o en las condiciones de ese lugar, puede surgir un nuevo *punto o tramo de concentración*. Y pueden ser fugaces: producen siniestros en poco tiempo, a veces en días, y desaparecen hasta que vuelven a surgir; pero su detección será imposible con los conceptos de *punto negro* y *TCA* que se emplean habitualmente. En cualquier caso siempre será tardía y a costa de accidentes y víctimas, que pueden evitarse actuando sistemáticamente para la detección temprana y solución rápida de los *puntos y tramos de riesgo* que, si se hacen investigando *per causas*, la precisión del resultado permite soluciones de bajo o muy bajo coste. En general, la materialización de la seguridad consiste en eliminar o disminuir las causas y efectos del riesgo: de ahí la importancia de los métodos para detectar y estudiar los *puntos y tramos de riesgo* por incorrección o insuficiencia en las infraestructuras.

Pero el objeto de este artículo no es la teoría y la metodología para investigar el riesgo, el peligro, la siniestralidad y la seguridad; sino que se habla de ello para mostrar la determinación de las infraestructuras en la seguridad y en la siniestralidad. Sobre la teoría y la metodología existe la in-

(9) En España, el Punto Negro de la Dirección General de Tráfico, y el Tramo de Concentración de Accidentes de la Dirección General de Carreteras.

tención de publicar lo antes posible, que no puede ser muy pronto, entre otras razones porque se trabaja en ello en el tiempo que se le puede dedicar. Aunque también hay que tener presente que no existen razones para suponer que no vaya a suceder lo mismo que con la planteada por Baker y por otros: que al final no se emplean o se utilizan mal; o peor, que son replicadas deficientemente por quienes hacen sus propias publicaciones replicando las de otros, convirtiéndolas en inútiles (así ha sucedido con la de Baker). Y también hay que considerar la posible acción de otra cosa muy poderosa sobre estos asuntos, Gerald Wilde la definió muy acertadamente en 1988, decía así:

"El tráfico, al igual que Dios, el fútbol y la política, pertenece a ese selecto grupo de temas sobre los cuales cualquiera, cuando la inspiración le embarga, siente que puede hablar con autoridad y convicción abrumadora."

Obviamente, para investigar sobre el riesgo, el peligro, la siniestralidad y la seguridad, previamente hay que tener conceptos claros de lo que son y del modo genérico en el que se materializan, de acuerdo con la teoría fundamental del sistema y el paradigma científico que proporcionen la coherencia imprescindible (o sea, el orden lógico y material del sistema), que permitan ir conociéndolo y entendiéndolo, pese a su tamaño, complejidad y heterogeneidad.

5. La causas de la seguridad y de la siniestralidad

Como ya se dijo, en la antigüedad ya se percataron que la noción común de causa (aquello de lo cual procede lo causado –el efecto– de modo específico), daba muchos problemas para saber con rigor y objetividad, pues precisamente se falla al intentar determinar la causa por el modo específico de acción. De ahí que solucionaran precisamente por el modo específico de acción; tres que se refieren al mundo físico o real, y una que

se refiere al ámbito lógico o formal:

- La causa eficiente: el principio del cambio.
- La causa material: aquello de lo que algo surge o por lo que algo llega a ser.
- La causa final: el fin, la realidad hacia la cual algo tiende a ser, o aquello que hace que la realidad tienda a ser la que es.
- La causa formal: la idea o el paradigma.

La causa formal (la idea o el paradigma) deviene del modo en el que entendemos: si no construimos con la indagación lógica un concepto básico, o lo que es lo mismo, una teoría elemental sobre lo que pretendemos conocer más profundamente (o construir y gestionar eficazmente), es muy difícil investigar sistemáticamente para tener conocimientos de mayor alcance, sabiendo en qué parte del sistema se encuentra el investigador y cuáles son las preguntas. Sigue lo mismo a la hora de hacer y gestionar algo, por ejemplo: el sistema viario.

Lo característico de las investigaciones que no se atienden a una teoría elemental, a un paradigma científico válido, es que se promueven sobre demasiadas cuestiones inútiles, cuyos resultados son tan inservibles como las preguntas que responden. El paradigma y la teoría elemental sobre el sistema estudiado son lo que permite plantear las preguntas coherentes para obtener el conocimiento necesario al responderlas con acierto, siguiendo métodos que lo permitan.

Los paradigmas científicos son causas formales, concepciones genéricas sobre la estructura, la organización y el funcionamiento del mundo, una idea o modelo conceptual para poder investigar un fenómeno o sistema del que no tenemos conocimientos suficientes para describirlo empíricamente. Pero no vamos a seguir en ello, sino con lo que es más práctico para el objeto de este apartado. Una causa o agente hacedor es algo que es y existe, es materia que podemos percibir: bien por los sentidos al observarla directamente, bien al deducir su existencia por los efectos que produ-

ce y se observan. Además de ser algo material y perceptible por los sentidos y por la razón, una causa o agente hacedor tiene que ostentar la capacidad de hacer o causar algo, tiene que ostentar energía. El acto (el hecho, efecto o fenómeno) es la materialización de lo que es en potencia, que existe cuando existe la capacidad de hacer o causar, o sea, la energía. Lo que no ostenta energía no es una causa o agente hacedor, porque es materialmente imposible que haga o cause algo. Y esto se advierte, porque el pensamiento mágico y paralógico es frecuente a la hora de hablar de las causas de la siniestralidad; se afirman muchos imposibles con abrumadora convicción, y más aún si tenemos en cuenta que esas causas aún no se han investigado del modo necesario para saber de ellas con el acierto imprescindible.

Los tres conceptos de causa que se refieren al mundo físico o real (la eficiente, la material y la final), sirven para distinguir las causas por su modo específico de acción sin los errores e imprecisiones de la noción común, y con la finalidad de hallar la causa final, o sea, aquello (el agente hacedor material) que hace que la realidad tienda a ser la que está siendo, que es lo que nos interesa saber para actuar sobre ello y cambiar los efectos que produce.

Una causa o agente hacedor final es una causa o agente hacedor material que ostenta mayor energía o capacidad de hacer que las otras causas materiales que concurren en el proceso genético del fenómeno. De ahí que la causa material, que también es la causa final, sea la que determina la tendencia a ser de la realidad. Pero ello no se produce de la nada: se produce en un contexto o estructura material cuyo planteamiento conceptual permite un orden lógico inteligible.

"Cuando un fenómeno físico puede ser descrito en su totalidad como un cambio en la configuración y en el movimiento de un sistema material, se dice que la explicación dinámica de este fenómeno es completa. Creemos

que una explicación posterior ni es necesaria, ni posible ni deseable."

James C. Maxwell¹⁰.

Maxwell hizo esa afirmación, y la matización final, porque siguiendo los paradigmas y los fundamentos de la Ciencia, las causas o agentes hace-dores materiales del sistema (y de los fenómenos que produce) son los elementos de la estructura material y la organización funcional que constituyen su configuración. Y son las interacciones que se producen entre los elementos de la configuración las que generan el movimiento del sistema. Obviamente, una alteración, una incorrección o una insuficiencia en las condiciones (características, cualidades, propiedades) de los elementos de la configuración provocan fallos en las interacciones que cambian el movimiento del sistema; este cambio en el movimiento es parte del proceso causal o genético que materializa el fenómeno físico que resulta.

De ahí que una explicación completa del fenómeno exija explicar el cambio, incorrección o insuficiencia en las condiciones (características, cualidades, propiedades) de los elementos de la configuración. Porque el cambio, incorrección o insuficiencia en las condiciones, características, cualidades o propiedades de los elementos que configuran el sistema son lo que provocan el proceso causal o genético, el cambio en el movimiento que produce de causa a efecto y de medio a fin el fenómeno físico que resulta.

Maxwell añadió el matiz final de que, una vez explicado completamente (*per causas*), no quepan ulteriores explicaciones, porque nos salimos del ámbito de la lógica y de los fundamentos de la ciencia, o sea: de lo que es posible explicar racionalmente dentro del orden natural conocido, entrando fácilmente en el pensamiento mágico o paralógico que, como ya se ha dicho, es muy frecuente en cuestiones de siniestralidad y seguridad viaria. Ello se evita complementando las reglas de la lógica con el principio de economía o de parsimonia, más conocido como la navaja de Ockham, cuyo enunciado original dice así: *En-*



En la berma izquierda se hallaron marcas de su paso, indicando que procedía del carril derecho, como se muestra en la foto de la página 31.

tia non sunt multiplicanda praeter necessitatem; en español, *no ha de presumirse la existencia de más cosas que las absolutamente necesarias para explicar completamente un efecto o fenómeno.*

La navaja de Ockham también tiene utilidad a la hora de solucionar problemas: la solución más compleja y costosa no tiene por qué ser la mejor ni la más eficaz, basta con que la solución sea eficaz para controlar completamente el fenómeno por sus causas. Esto es lo que permite soluciones efectivas de bajo o muy bajo coste en puntos de riesgo y de concentración, a condición de tener un conocimiento acertado de las condiciones de las causas que explican completamente el fenómeno violento o accidente que se puede producir o que se esté produciendo.

En definitiva, que siguiendo los fundamentos y paradigmas de la Ciencia, y lo que demuestra la observación del origen de las cosas, resulta que las causas de la siniestralidad y las causas de la seguridad viaria son las mismas: son los elementos naturales y artificiales que estructuran el sistema viario, que interactúan entre sí (de modo complejo y poco conocido) para generar y estabilizar el equilibrio de la posición y el movimiento

de las personas y los vehículos.

Y cuando fallan las interacciones u operaciones funcionales entre los elementos, también se produce un cambio en el movimiento iniciando el proceso que acaba por producir el accidente de circulación. De ahí que Baker se acercara mucho a la raíz del problema cuando decía así:

*"Para evitar situaciones cruciales que pueden conducir a daños o lesiones, será necesario que en los elementos de la trilogía carretera-hombre-vehículo se realicen determinadas operaciones. Las operaciones que fallan y conducen al accidente son factores operativos de dicho accidente."*¹¹.

Con lo dicho, no he dejado claro cuál es el cambio que se produce en el movimiento que inicia el proceso que acaba produciendo el fenómeno violento; pero lo explico a continuación.

Todos los accidentes de tráfico son fenómenos mecánicos violentos en los que se muestra la acción violenta de

(10) *Scientific Papers II*, Cambridge, 1890.

(11) *Traffic Accident Investigator's Manual for Police, J. S. Baker, The Traffic Institute, Northwestern University, Evanston, Illinois. 1957. Edición al español, Dirección General de la Jefatura Central de Tráfico. Madrid. 1970.*

Rutas Técnica

la energía que poseen los cuerpos por su posición y su movimiento. Básicamente existen cuatro tipos de accidente: vuelcos, caídas, colisiones y salidas de la vía. En todos ellos se produce contacto violento (impacto) entre el cuerpo que se mueve y uno o varios cuerpos: el que vuela o cae, impacta contra el suelo; en las colisiones, el cuerpo que se mueve impacta con otro que también se mueve, que está detenido o que es inmóvil; en la salidas de la vía, el cuerpo que se mueve impacta con otros cuerpos y con el suelo, pues no pocas veces también vuela y cae. En definitiva, todos los accidentes de circulación son impactos en los que la acción violenta de la energía que poseen los cuerpos altera o destruye las estructuras corpóreas de los vehículos y las personas, resultando los daños y las lesiones.

La naturaleza impone una condición constante y necesaria en la existencia corpórea, y es que todo cuerpo ocupe su espacio y su tiempo. Esta regla, al ser constante y necesaria, es una ley natural o científica que impone la exclusividad espaciotemporal; es la regla que motiva que pasemos por las puertas y no a través de las paredes, y que, donde sólo hay espacio para uno no puedan ocuparlo dos.

Dado que los cuerpos ostentan energía por su posición y su movimiento, para movernos con seguridad, la naturaleza nos obliga a equilibrar o armonizar la forma o geometría de la posición y el movimiento de los cuerpos que ostentan energía, de modo que no vayan a encontrarse dos cuerpos (dos energías) en un punto del espacio al mismo tiempo. Recuérdese que los accidentes de circulación, pese a sus diversas formas, al final todos consisten en impactos, o lo que es lo mismo, en un encuentro de cuerpos con energías contrapuestas en el espacio y el tiempo, violando la exclusividad espacio-temporal que impone la naturaleza.

La acción violenta del cuerpo que se mueve y que posee la energía que actúa, sólo puede ser por dos moti-



La línea muestra la trayectoria de las ruedas del lado izquierdo desde la berma izquierda hacia la berma derecha donde impactó con el obstáculo de la página 25, rotando hacia la izquierda, lo que hizo que impactara frontalmente con el muro.

vos: o buscada de propósito; o por fallo de aquello que tenía que evitarlo. Lo primero hay que demostrarlo por imposición cognitiva y jurídica; y lo segundo impone determinar con acierto qué elemento del sistema falló y por qué, de modo que explique racional y completamente el fenómeno, y ello también por imposición cognitiva y jurídica.

Sin embargo, fíjese el lector que lo habitual ante un accidente de circulación es suponer que, entre todos los elementos del sistema viario, fallaron el conductor o el peatón implicados; más aún, es muy frecuente que se suponga la existencia de culpa en el conductor o en el peatón, lo cual es una operación mental inválida a efectos cognitivos, y más aún cuando ello se supone sin explicar el fenómeno racional y completamente. Ello, además de ser inválido a efectos cognitivos, atenta contra la presunción de inocencia, que jurídicamente hace el papel de la navaja de Ockham, a fin de no atribuir culpas de modo arbitrario o con el pensamiento mágico o paralógico; pues, si no cabe presumir la existencia de más cosas que las absolutamente necesarias para explicar completamente un fenómeno, aún tiene menos justificación racional presumir la existencia de cosas que no son

necesarias para producir y explicar completamente ese fenómeno. Y para que se produzca un siniestro de circulación no es necesario que exista culpa de los conductores y peatones; más aún, para que se produzca un siniestro ni siquiera es necesario que exista culpa de alguien; basta con que fallen las interacciones entre los elementos del sistema u operaciones funcionales, y se produzca el cambio en el movimiento que estoy intentando explicar.

Como la energía radica en los cuerpos (en los peatones y en los vehículos), en el instante en el que la posición y el movimiento de los peatones y vehículos se encuentran en equilibrio, existe seguridad, no se pueden producir accidentes. Es materialmente imposible porque lo impiden las condiciones y leyes naturales que rigen en la mecánica viaria (en la energía y en la forma de la posición y del movimiento de las personas y los vehículos). Obviamente la clave de la seguridad activa consiste en lograr que ese equilibrio mecánico, que es la seguridad y la vida, siga existiendo en el instante siguiente.

Recuerde el lector que el sistema viario se puede definir como el conjunto de elementos artificiales y naturales que interactúan entre sí para ge-

nerar y estabilizar el equilibrio de la posición y el movimiento de las personas y los vehículos. La estabilidad funcional (de medio a fin) en la producción del equilibrio mecánico que es la seguridad total, se encuentra implícita en el fenómeno que produce el funcionamiento normal del sistema mediante las operaciones funcionales entre los elementos que lo configuran, que consiste en:

- el equilibrio de las fuerzas que mantienen y generan la posición y el movimiento de personas y vehículos o *equilibrio dinámico*; y
- el equilibrio en la forma de la posición y el movimiento de personas y vehículos o *equilibrio geométrico*.

Ambos equilibrios interactúan entre sí, conformando el equilibrio final que es la seguridad, de modo que, si falla uno, también puede fallar el otro, porque en realidad son dos aspectos de la misma cosa.

Si usted se queda observando el tránsito peatonal y rodado de una calle, lo más probable es que vea la seguridad en acción; difícilmente verá un accidente; y para ver conflictos que no sean muy graves precisa entrenamiento. Verá que los peatones y los vehículos se mueven en su posición normal (posición en equilibrio dinámico y geométrico, y, si no, no pueden moverse); y también verá que se mueven con una velocidad y trayectoria (forma o geometría) que no les hagan coincidir con la posición y el movimiento de otros peatones y vehículos, ni con la posición de otros objetos que hay en la vía y en su entorno (movimiento en equilibrio geométrico, y, si no, no pueden moverse). Todo eso que usted ve (la seguridad mecánica) lo producen las operaciones funcionales o interacciones entre los elementos o causas del sistema.

Pero, según sean las condiciones, características, propiedades o cualidades de los elementos del sistema, y según se encuentran organizados en el contexto espaciotiempo, los elementos cumplirán sus funciones y se producirán las operaciones funcionales que mantienen el equilibrio mecánico que es la seguridad y la vida... o



La línea muestra la trayectoria de las ruedas del lado izquierdo desde el carril derecho hacia la berma izquierda. Dio un volantazo a la izquierda un poco antes de llegar al ciprés que se ve al fondo... ¿Por qué?

no.

Si los elementos no están organizados del modo necesario para garantizar que cumplan sus funciones, o si sus condiciones, características, propiedades o cualidades no son las necesarias y suficientes para cumplirlas, pueden fallar las operaciones funcionales que equilibran la posición y el movimiento de las personas y los vehículos, produciéndose un desequilibrio (dinámico o geométrico, que es el más frecuente y el que más accidentes provoca) que, si no se reequilibra por la acción de los peatones y conductores o por la acción del azar, acabará en un accidente de tráfico, es decir, en uno o varios impactos: el fenómeno violento. El desequilibrio previo al impacto es el cambio en el movimiento que mencionaba Maxwell; al fallar las operaciones funcionales en el sistema viario, el movimiento cambia de equilibrado a desequilibrado.

De ahí que las causas de la seguridad y de la siniestralidad sean las causas, elementos o agentes hacedores que componen el sistema viario e interactúan en él. Según sean sus condiciones o características y su ubicación en la organización funcional del sistema, así será el modo específico de la acción del elemento, causa o agente hacedor, o sea: facilitando que se produzcan las operaciones funcionales que generan el equilibrio que es

la seguridad y la vida; o facilitando el fallo en las operaciones funcionales, y por lo tanto, facilitando que se produzca el desequilibrio que puede acabar en fenómeno violento y en muerte. Ello se verifica por el enunciado del principio de uniformidad: *en las mismas condiciones, las mismas causas producen los mismos efectos*. Dicho con más palabras: en las mismas condiciones, circunstancias, características, propiedades o cualidades, los mismos elementos, causas o agentes hacedores producen los mismos efectos, hechos o fenómenos.

Y aún queda más claro enunciando el principio de uniformidad al contrario: *en distintas condiciones, las mismas causas producen distintos efectos*. Y lo mismo dicho con más palabras: en distintas condiciones, circunstancias, características, propiedades o cualidades, los mismos elementos, causas o agentes hacedores producen distintos efectos, hechos o fenómenos.

El principio de uniformidad es una pauta constante y necesaria de la naturaleza: es una ley natural que rige en la génesis y en el proceso genético (de causa a efecto) de los fenómenos que se producen en este mundo. De ahí que las variaciones, incorrecciones o insuficiencias en las condiciones de configuración (las causas) del sistema, cambien su movi-

Rutas Técnica

miento variando el efecto o fenómeno que produce: movimiento seguro (equilibrado) o movimiento en peligro (desequilibrado).

El desequilibrio previo al accidente es necesario, pero no suficiente para que éste se produzca, dado que el desequilibrio puede ser revertido por la acción de los peatones y los conductores y neutralizado por la acción del azar, aunque no siempre. Por ello, porque no es suficiente no se trata de una *ley*, sino que el desequilibrio es una *condición necesaria* para que los accidentes puedan existir, siendo parte del proceso genético o de causa a efecto que los produce. Si el desequilibrio es imposible de solucionar por la acción de los peatones y conductores, y si tampoco lo soluciona el azar, el accidente se produce irremediablemente.

Está claro que para materializar lo que es la seguridad vial activa, o sea, para estabilizar el equilibrio mecánico que es la seguridad y la vida, hay que disponer los elementos artificiales del sistema en unas condiciones y características que faciliten las interacciones u operaciones funcionales *dinámicas* y *geométricas*, a fin de disminuir los fallos que producen los desequilibrios. O lo que es lo mismo: hay que disponer las condiciones de la configuración del sistema del modo necesario para asegurar en lo posible que no cambie su movimiento y permanezca equilibrado. Obviamente ello sólo se puede llevar adelante con los elementos artificiales, o sea, con las infraestructuras y los vehículos. Con las personas sólo cabe formarlas lo mejor posible para que sepan moverse con seguridad, y tratar de que identifiquen el riesgo para que extremen las precauciones; pero ello no garantiza la seguridad, porque la acción del riesgo no es algo que dependa de la voluntad de las personas, ni siempre se puede evitar adoptando precauciones: a pesar de ellas, la acción del riesgo puede sorprenderles sin posibilidad de solución. Más aún cuando las cualidades y características naturales de las personas no son suficientes para asegurar el mantenimiento del equili-



Los restos hallados en el camino del ciprés el día del accidente, que fue a las 10 de la mañana, sugieren que dio el volantazo a la izquierda para esquivar un animal, pero el estado de las bermas no le permitió controlar el coche y sobrevivir.

brio mecánico (problema técnico sin resolver): una insuficiencia que hay que compensar con la acción de los elementos artificiales (las infraestructuras y los vehículos), porque no existe otro modo de llevarlo a cabo.

El origen genérico de la siniestralidad es principalmente una insuficiente seguridad en el sistema viario. La siniestralidad no es otra cosa que los fenómenos violentos y anómalos que se producen principal y mayoritariamente por fallos en el funcionamiento del sistema, al no estar configurado en las condiciones necesarias para que se produzca la seguridad; o como afirmó Miguel López-Muñiz: la consecuencia física de problemas técnicos sin resolver.

El riesgo (la contingencia o proximidad de un daño) en el sistema viario existe objetivamente cuando los elementos o causas del sistema no están en condiciones de **facilitar** que se produzcan las operaciones funcionales que generan y mantienen el equilibrio mecánico que es la seguridad (ése es el estado general del sistema actualmente); existe más riesgo todavía cuando las condiciones y características de algún elemento (o su carencia) **dificultan** las operaciones funcionales; y aún existe mucho más

riesgo cuando las **impiden**.

El peligro (el riesgo o contingencia *inminente* de que suceda algún mal) en el sistema viario existe objetivamente cuando empiezan a producirse desequilibrios, pues en ese momento y lugar existe la condición material necesaria para que se produzca el fenómeno violento.

Como se ha mostrado, los conceptos y fundamentos para saber algo acertado con rigor y objetividad de las causas de la siniestralidad y de la seguridad, difieren mucho de lo que se dice y se afirma con abrumadora convicción; y no pocas veces incluso por quienes representan instituciones académicas.

6. Lo que demuestran los hechos

Existen hechos que demuestran lo que indica la razón, y no me refiero sólo a lo que demuestran las indagaciones en *puntos* y *tramos de riesgo* y de *concentración* para verificar la teoría y la metodología; también hay otros hechos sobre puntos negros y TCA, sobre tramos denominados “de la muerte” que dejaron de serlo, y muchas cosas que se han logrado y que demuestran empíricamente lo mismo:

que, al cambiar las condiciones y características de los elementos de las infraestructuras, se redujo o incluso desapareció la siniestralidad; porque se aumentó la seguridad, demostrando empíricamente el poder determinante de los elementos de las infraestructuras para producir el riesgo, el peligro, la siniestralidad y la seguridad.

Las indagaciones para el desarrollo del IHSDM sobre las relaciones entre las características geométricas de la vía y la siniestralidad, también demuestran que la geometría de la vía (el espacio y su forma) es determinante en la seguridad y en la siniestralidad, del mismo modo que lo demostraban los experimentos con los conos, pues si forzamos el espacio y su forma, los vehículos acabarán por golpear los conos para poder pasar, o lo que es peor aún, intentando no golpear los conos golpearán a otros vehículos.

Tan sólo el hecho de que en las autopistas se produzcan menos siniestros y menos muertos que en las demás vías, pese a que soportan los mayores volúmenes de tráfico circulando a alta velocidad, ya demuestra empíricamente tres cosas:

1. *Que las infraestructuras son determinantes en el funcionamiento, en la funcionalidad, en la seguridad, en el riesgo, en el peligro y en la siniestralidad del sistema.* Por esas vías transitan más vehículos, más rápidos y con menos fallos que en las demás vías, y ello sólo se explica de causa a efecto por las características del conjunto de elementos de esas infraestructuras, confirmando lo que indican la lógica y otros hechos. No cabe plantear, sin caer en el pensamiento mágico o paralógico, que en las vías de la red principal circulan conductores y vehículos más “perfectos” que en las demás vías, porque son los mismos y con las mismas insuficiencias en sus condiciones, características y cualidades. La única causa del sistema que difiere significativamente en cuanto a condiciones y características, son las infraestructuras de las vías de la red principal; y por ello el principio de uniformidad explica que en esas vías se produzcan distintos efectos en



Este tuvo mejor suerte. Josef S. Baker ya explicaba en 1957 cómo matan y provocan accidentes los escalones entre los arcenes y las bermas, y más aún con suelo blando, irregular y con obstáculos. Con esas condiciones en arcenes y bermas, si alguien se sale de la vía por una emergencia o por un despiste, no hay indulgencia, ni para que no suceda el accidente ni para sobrevivir.

De facto donde más siniestros y víctimas se producen es en las carreteras de la red secundaria y de la red local, con menos vehículos circulando y a menos velocidad

cuanto a siniestralidad y víctimas, porque en distintas condiciones, los elementos de las infraestructuras (las causas) producen distintos efectos.

2. *Que la siniestralidad no es un fenómeno inherente a la cantidad de vehículos que circulan.* Por esas vías transitan más vehículos, más rápidos y con menos fallos que en las demás vías, y ello sólo se explica de causa a efecto (atendiendo al principio de uniformidad y al principio de

economía o parsimonia), por las condiciones y características del conjunto de elementos de esas infraestructuras, que son distintas a las de las demás vías, confirmando lo que indica la razón y otros hechos. De facto donde más siniestros y víctimas se producen es en las carreteras de la red secundaria y de la red local, con menos vehículos circulando y a menos velocidad, pero con otras condiciones y características en los elementos de su infraestructura; y a nivel mundial se producen más siniestros y muertos en los países donde hay menos vehículos motorizados y menos carreteras, o sea, donde las condiciones de configuración son peores. Lo que sucede es que al estar configurado el sistema de modo insuficiente para producir la seguridad, falla más a cuantos más vehículos circulan: de ahí que parezca que a mayor cantidad de vehículos circulando se produce más siniestralidad, pero no deja de ser un espejismo numérico.

3. *Que la siniestralidad no es un fenómeno inherente a la velocidad operativa del sistema (la velocidad a la que mayoritaria y habitualmente circulan los conductores por un punto o tramo).* Por esas vías transitan más vehículos, más rápidos y con menos fallos que en las demás vías,

ESTRUCTURA LÓGICA DE LA INSEGURIDAD VIAL PIRAMIDE DE SITUACIONES Y FENÓMENOS EN EL MOVIMIENTO VIARIO



Figura 1.

y ello sólo se explica de causa a efecto por las condiciones y características del conjunto de elementos de esas infraestructuras, confirmando lo indicado por la razón y por otros hechos. Se producen más siniestros y muertos en las carreteras de la red secundaria y de la red local pese a que son más lentas y no soportan los volúmenes de tráfico de las carreteras de la red principal; y en el ámbito urbano, con menos velocidad todavía, se producen más de la mitad de los siniestros de tráfico y en torno al 20 - 25% de los muertos por tráfico; y también se producen siniestros con muertos a 5 km/h y hasta a menos, de hecho la primera muerte con un automóvil fue un atropello a unos 8 km/h. Además, la velocidad tan sólo es un parámetro concebido para definir un aspecto o dimensión de la forma o geometría del movimiento, como también es la trayectoria. Y la forma o geometría (velocidad y trayectoria) del movimiento es un producto o efecto del funcionamiento del sistema, o sea, de las interacciones y operaciones funcionales entre los elementos de su configuración. La velocidad ni es causa ni puede serlo, porque ni es un elemento material de la configuración del sistema, ni ostenta

energía para hacer o causar algo material, simplemente expresa la distancia que recorre un cuerpo en movimiento en un periodo de tiempo. Cuando el sistema falla y produce movimiento con su forma o geo-metría desequilibrada (condición necesaria previa al siniestro), bien en su velocidad, bien en su trayectoria o en ambas, ello sigue siendo un efecto, síntoma o indicador de que han fallado las operaciones funcionales que generan y mantienen el equilibrio geométrico. Por todo eso la velocidad ni es ni puede ser una causa o agente hacedor material de la siniestralidad ni tampoco de la seguridad viaria, porque las causas siguen siendo los elementos del sistema, y que se produzca la una y la otra depende de sus condiciones, características y cualidades. La dispersión de la velocidad en un punto o tramo (las diferencias de velocidad o geometría del movimiento) es efectivamente un aumento del riesgo, como bien indican los estudios estadísticos: dado que, para mantener el equilibrio geométrico con esas diferencias de geometría o velocidad, se precisan más operaciones funcionales que, al no estar aseguradas (problemas técnicos sin resolver), a cuantas más operaciones se precisan para

mantener el equilibrio, más fallos se producen. En consecuencia, con la dispersión de la velocidad (con muchas diferencias geométricas) resultan más desequilibrios geométricos y más siniestros. De ahí que resulte imprescindible gestionar la velocidad por sus causas, o sea, determinando la máxima que se puede mantener en equilibrio por las condiciones y características de las infraestructuras y otras condiciones

en cada tramo viario; lo cual implica implantar la gestión técnica de las velocidades operativas, haciéndole entender a los usuarios el motivo de los límites y las velocidades recomendadas por razón de las condiciones y características de las causas del sistema. Lo cual no puede ser de modo genérico y poco fundamentado como ha sido hasta ahora; en realidad, es para cada punto, tramo o subsistema viario, con su historia y su memoria, con las características y condiciones de sus infraestructuras y el tráfico que circula por ellas.

En definitiva, que ante lo que demuestran los hechos no cabe plantear argumentos, sino intentar saber más sobre lo que están indicando.

7. Conclusión.

Entre todos los elementos o causas artificiales del sistema, los elementos que componen las infraestructuras son los que tienen mayor energía, mayor capacidad para hacer o causar, dado que interactúan con todos los peatones y vehículos (con todos los procesadores) que se mueven por su campo de acción. (Figura 1).

Pero, dada su energía o capacidad de hacer o causar, si las condiciones

ESTRUCTURA LÓGICA DE LA INSEGURIDAD VIAL

PIRAMIDE DE LAS SITUACIONES DE RIESGO EN EL MOVIMIENTO VIARIO

*Origen.***D = Dinámicas.**

Actúan sobre las unidades en movimiento o que van a moverse, y se encuentran en las propias unidades dinámicas. (Condiciones de conductor, peatón y vehículo).

E = Estáticas.

Actúan ancladas en el espacio respecto a las unidades dinámicas y sobre estas. (Condiciones de vía, entorno, señalización, normas, clima, objetos, vehículos detenidos, luz, etc.)

*Duración***I = Instantánea.** Instantes o pocos minutos.**T = Transitoria.** Minutos a horas.**P = Permanente.** Días, meses, años.

© 2001 Luis M. Xumini Soler

La pirámide representa proporciones geométricas abstractas, en el orden regular de la capacidad de producir riesgo para las unidades en movimiento o que vayan a moverse, según el origen y la duración de las condiciones que lo generan por alteración o insuficiencia, variando el sentido y la capacidad funcional de la acción de las causas o agentes hacedores materiales.

Figura 2.

y características de los elementos de las infraestructuras no se encuentran en las que son necesarias para cumplir sus funciones, facilitando que se produzcan las operaciones funcionales que equilibran el movimiento, las infraestructuras crean riesgo que acaba por producir peligro, siniestros y víctimas. (Figura 2).

De ahí que no quepan dudas de que las infraestructuras son determinantes de la seguridad y de la siniestralidad; porque los elementos de las infraestructuras son poderosas causas materiales, son causas finales del sistema viario: un conjunto de elementos del sistema que ostentan el poder de hacer que la realidad tienda a ser la que está siendo.

Por ello se sabe que controlando sus condiciones y características, o sea, gestionando la seguridad y la funcionalidad de las infraestructuras, se cambia la tendencia a ser de la realidad en calles y carreteras; y ello otorga un gran poder para disminuir sensiblemente la siniestralidad, mejorando la seguridad por sus causas.

Por lo tanto, para mejorar la funcionalidad y la seguridad viaria, es imprescindible poner en práctica las medidas de la propuesta de Directiva que hizo la Comisión Europea el 5 de octubre de 2006, que consisten

en las siguientes:

- Estudios de impacto en la seguridad de la red de nuevas vías o modificaciones de las existentes.
- Auditorías de seguridad de los proyectos, desde la primera fase hasta la puesta en servicio.
- Gestión de la seguridad de las vías en servicio (importantísimo: es esencial hacerlo en todos los ámbitos, también en el urbano).
- Inspecciones periódicas de la seguridad de las vías en servicio.

En el fondo de esas actividades todavía sigue pendiente la cuestión de los fundamentos, los conceptos, los criterios y los métodos: en definitiva, hay que solucionar el problema de la teoría para disponer una metodología eficaz para estudiar el riesgo y la seguridad. Pero, pese a ello, bastaría implantar la gestión de la seguridad de las vías en servicio con criterios de sentido común (pese a que no son suficientes), para lograr una ostensible mejora en la seguridad viaria.

La tesis ha quedado demostrada de los dos modos posibles, por razonamientos y por los hechos. Se puede explicar y demostrar con mayor abundamiento, con más amplitud y con más detalle, pero no variará el resultado. Ahora le toca concluir al jui-

cio crítico de cada cual, y actuar en coherencia según le dicte su conciencia.

Pero no se olvide que, para evitar siniestros y víctimas, hay que mejorar la seguridad de las infraestructuras necesariamente; que materializar la seguridad activa consiste en ponerle las cosas fáciles a los peatones y conductores (al procesador del sistema), a fin de que no fallen o fallen menos las operaciones funcionales, y no se desequilibre su posición y su movimiento; que materializar la seguridad pasiva es hacer las cosas de modo que las personas resulten ilesas o con la menor gravedad posible en caso de que algo falle y se produzca el fenómeno violento; y que, en definitiva, esto de la seguridad viaria consiste en lograr que las personas puedan volver a casa todos los días. Y que, fuera de eso, es entrar en el pensamiento mágico o paralógico, que es inútil y perjudicial; y que, mientras los muertos sean de verdad, en esto sólo servirá la verdad.

“El cuidado del hombre y de su destino deben constituir el interés principal de todos los esfuerzos técnicos. No olvidéis esto jamás entre vuestros diagramas y ecuaciones.”

Albert Einstein.