

Trabajo publicado en el portal del Instituto Vial Iberoamericano, IVIA – Internet:
[http://www.institutoivia.com/doc/Carlos tabasso uy 139.pdf](http://www.institutoivia.com/doc/Carlos_tabasso_uy_139.pdf)

Carlos Tabasso

inforvia@adinet.com.uy

NATURALEZA SOCIOTÉCNICA DEL SISTEMA DE TRÁNSITO PEATONAL-VEHICULAR

1 – Síntesis de la emergencia histórica y noción de los sistemas sociotécnicos

La simple observación empírica de la realidad cotidiana muestra que, en cuanto sistemas, el tránsito y el transporte tienen una *naturaleza sociotécnica* según se explica a continuación:

Como consecuencia de la Revolución Industrial, disparada en Inglaterra a principios del XIX por las trascendentales innovaciones tecnológicas del motor de vapor y de las máquinas de producción masiva emergieron los *sistemas sociotécnicos* o *tecnosistemas*. La íntima relación que se estableció entre los artefactos tecnológicos y los seres humanos que los operaban dió lugar a una particular forma de asociación entre ambos sin precedentes en la historia, pero que hoy ocupa en las todas sociedades del mundo un espacio tan amplio como esencial, v. gr. fábricas de toda clase de productos, usinas de generación de energía, redes de transporte vial, ferroviario y aéreo, instituciones de salud, puertos, aeropuertos, ejércitos, explotaciones mineras, etc.



La característica fundamental de tales sistemas radica en que se componen de dos subsistemas principales: uno *social* y otro *tecnológico* que *interdependen e interactúan en una relación simbiótica bipolar de estrecho acoplamiento para cumplir una función específica en común (meta, propósito) no obstante su*

diferente naturaleza y que se gobiernan por leyes y racionalidades distintas: la parte humana por las leyes probabilísticas de la biología y la psicología y la parte tecnológica por las leyes físicas determinísticas, según lo ilustra el cuadro adjunto. Cabe puntualizar que por *relación simbiótica bipolar* se entiende aquella en la que los subsistemas componentes no pueden funcionar en forma independiente.

Conformación de los subsistemas esenciales de los sistemas sociotécnicos	
SUBSISTEMA SOCIAL	SUBSISTEMA TECNOLÓGICO
Personas y sus actitudes habituales, valores, estilos de comportamiento y relaciones. Incluye el sistema de recompensas y sanciones. Es la estructura de poder formal representada en los organigramas y la estructura de poder informal que deriva de los conocimientos y de las influencias personales.	Maquinarias, equipos, procesos, procedimientos y disposición física de los mismos.
Fuente: Maffei S., 2005	

La irrupción de los tecnosistemas en el tránsito y el transporte comenzó en 1807 con el buque a vapor de Fulton, seguida en 1825 por el ferrocarril de Stephenson. En la década de los 80 del mismo siglo la introducción al mercado de los automóviles de motor a explosión por los alemanes Daimler y Benz marcó la emergencia histórica del sistema de tránsito peatonal-vehicular, cuyo geométrico desarrollo posterior –la motorización mundial- fue producto del concepto organizativo de la *línea de montaje*, inventada por Ransom Eli Olds en para fabricar desde 1901 su Oldsmobile Curved Dash, adoptándose en 1913 por Henry Ford para producir el revolucionario modelo T (300.000 unidades fabricadas solo en 1914; tiempo de producción: 93 minutos cada una; precio al público mas bajo: 270 dólares).

2 – Teorías de los sistemas sociotécnicos

Desde el punto de vista teórico, en el primer tercio del S. XX el estudio de tales organizaciones humano-tecnológicas originó en EE.UU. las corrientes del *Taylorismo*, el *Fordismo* y, en el régimen soviético, el *Stajanovismo*, las tres apuntadas en exclusiva al incremento de la productividad laboral mediante la adaptación del operador a la máquina (la versión actual es el *Toyotismo*

japonés). En la década del 30-40 Elton Mayo y otros dieron un giro polar rescatando el lado del trabajador mediante la aplicación de la psicología individual, lo que desembocó en el desarrollo del concepto de *factores humanos* de las relaciones laborales. En los 50-60, basándose en estudios de las industrias carbonífera y textil, surgió el *Enfoque Tavistock*, denominado así por el instituto británico de investigaciones sociales de este nombre donde, entre otros, Emery, Trist, Bridger, Higgin y Miller enfocaron la cuestión desde la teoría de los sistemas psicosociales y el psicoanálisis para: “*Adaptar la gente a la tecnología y la tecnología a la gente y organizar las interfaces (o umbrales) entre ambos con objeto de optimizar el acoplamiento*”. Otros teóricos contemporáneos, p, ej. Katz y Kahn y Ropohl tratan de articular una teoría integral de los tecnosistemas.

Conforme a los conceptos explicados, el tránsito y el transporte son sistemas sociotécnicos por definición puesto que, por un lado se componen de una base social interactuando simbióticamente acoplada con artefactos tecnológicos (vehículos, infraestructuras viales, redes semafóricas, etc) y, por el otro, su organización constituye una obra enteramente humana basada en los principios de la ciencia para resolver el problema práctico de *reducir relativamente la distancia y el tiempo y aumentar la fuerza y la velocidad para movilizar personas y cosas en forma segura y funcional con el fin de satisfacer necesidades personales y colectivas de todo orden*; a este respecto se ha afirmado: “*Únicamente la técnica ha hecho posible el tráfico viario actual*”

(Káiser, 1979). El modelo gráfico adjunto muestra en forma simplificada dicha composición señalándose que en el mismo aparece un tercer subsistema que se denomina genéricamente: *subsistema de autoridad* esto es, aquel que, en un nivel jerárquicamente supraordenado a los anteriores decide, manda, planifica, gestiona, coordina y regula la totalidad del tecnosistema; asimismo, se indican la interfaces, vale decir las áreas de contacto entre los subsistemas por donde se verifica la comunicación interpartes y otras interacciones directas.



los anteriores decide, manda, planifica, gestiona, coordina y regula la totalidad del tecnosistema; asimismo, se indican la interfaces, vale decir las áreas de contacto entre los subsistemas por donde se verifica la comunicación interpartes y otras interacciones directas.

En función de dichas características el enfoque Tavistock ha establecido para los sistemas sociotécnicos varios principios entre los que se remarcan los siguientes:

- Ninguno de los subsistemas (técnico o social) puede estudiarse aisladamente, sino solo en el contexto del conjunto de la organización.
- Es necesario perfeccionar conjuntamente las relaciones entre las partes social y técnica y administrar de una misma manera efectiva la frontera que los separa y las relaciones con el ambiente.
- La tecnología determina las cualidades y características de los sujetos que la organización necesita.
- El subsistema social debe incorporar una cultura organizacional, vale decir, internalizar metas, actitudes, prácticas, normas y valores comunes a todos los individuos componentes de la organización.
- El subsistema técnico debe compatibilizarse con el subsistema humano considerando sus limitaciones psicofisiológicas y sus concepciones culturales propias.
- El subsistema de autoridad -gerencial o administrativo- debe equilibrar ambos subsistemas -técnico y social- estableciendo políticas, reglas y procedimientos claros y coherentes, incluyendo un régimen de recompensas y sanciones.

Puede verse que tales principios parecen perfectamente aplicables a los sistemas de tránsito y de transporte, no obstante lo cual, que sepa quien escribe, este enfoque todavía no ha sido utilizado para el estudio de la seguridad vial.

3 – El tecnosistema del tránsito en la taxonomía de Checkland

Dada la naturaleza sociotécnica del tránsito, conviene profundizar en su conocimiento examinándola a la luz de la taxonomía de Checkland quien postula la dicotomía *sistemas duros-sistemas blandos*, cuyo concepto se explica a continuación:

En un primer sentido, los sistemas *duros* -o *rígidos*- son los que estudian las ciencias físicas a los cuales, por lo mismo, les son aplicables las técnicas tradicionales del método científico y el paradigma clásico determinista-mecanicista lineal, de lo cual deriva que sus operaciones, características, relaciones y objetivos se puedan expresar y modelizar en términos rigurosamente matemáticos (o verbales, matriciales o gráficos si así conviene).

Los sistemas *blandos*, también llamados *suaves*, *flexibles* o *de actividad humana*, son, según Checkland (1993): “Los conformados por actividades humanas que tienen un fin perdurable en el tiempo y presentan problemáticas inestructuradas o blandas, es decir aquellas de difícil solución y carentes de estructura, en la que los fines, metas y propósitos son problemáticos en si mismos”. Se identifican por dos características: por un lado, tienen fuertes componentes sociales, políticos y humanos lo que hace que se considere primordial la conducta de los individuos y de los grupos, y, por el otro, el comportamiento del sistema es marcadamente teleológico debido a que eligen y persiguen fines con voluntad, son capaces de escoger medios para alcanzarlos, así como cambiarlos y desplegar actitudes y aptitudes múltiples que no solo es necesario describir sino explicar para conocerlas y establecer su papel sistémico. Por otra parte, sobre los sistemas blandos ejercen fuerte influencia múltiples factores exógenos estructurales y coyunturales de orden político, económico y cultural. En contraste con los sistemas duros, estas características dificultan la determinación clara y precisa de los fines, pues los problemas no tienen una estructura fácilmente identificable, al punto que el mismo Checkland desarrolló una metodología específica para el estudio de este tipo de sistemas.

El cuadro adjunto sintetiza las características de ambos tipos.

COMPARACION ENTRE SISTEMAS	
DUROS	BLANDOS
Problemas estructurados P. ej. construir un puente, generar energía eléctrica	Situaciones problemáticas P. ej. crear fuentes de trabajo, mejorar la educación, reducir el delito
Influencia de la experiencia técnica	Influencia de la percepción
Objetivos precisamente definidos P. ej., curar una enfermedad, bajar costos	Objetivos imprecisamente definidos P. ej., tranquilidad pública, bien común
Dirigidos por un meta-objetivo	Dirigidos por una necesidad de mejora
Predomina el interés por el resultado	Predomina el interés por el proceso
Selecciona las alternativas mas eficientes	Selecciona las alternativas que impliquen un cambio
Predominan las condiciones técnicas	Predominan las condiciones de interacción social

Empero, en un segundo sentido, Checkland extiende el calificativo de duro también a otra especie de sistemas que bien podrían llamarse *intermedios* o *mixtos* porque presentan características compartidas con los dos tipos anteriores: por un lado consisten en la interacción de hombres y máquinas y

en ellos se da mayor importancia a la parte tecnológica que a la humana, y, por el otro, el componente social de estos sistemas, se considera como si el individuo o el grupo fueran sólo generadores de estadísticas, es decir, tomando sólo su descripción mecánico-cuantitativa y no su explicación, lo que lleva al analista a actuar como si los problemas consistieran únicamente en escoger el mejor medio para reducir la diferencia entre la situación real imperante y el estado que se desea alcanzar.

Indiscutiblemente, el sistema de transporte y el tránsito que lo dinamiza, pertenecen a dicho tercer genero pues, como se explicó en el párrafo anterior, se trata de sistemas de naturaleza sociotécnica que, como tales, se componen por dos subsistemas básicos, el uno social, por ende blando y el otro tecnológico, por tanto, duro, los cuales operan simbióticamente acoplados según se detalla a continuación:

El lado duro del tránsito queda demostrado en que puede ser modelizado microscópica y macroscópicamente en términos matemáticos lo que constituye un campo disciplinario propio de la Ingeniería de Tránsito. Ello permite organizarlo y planificarlo así como también simularlo, lo que posibilita hacer predicciones válidas sobre su comportamiento, no obstante que también posea una faz enteramente estocástica –dependiente del azar- pero que puede ser cognoscible probabilísticamente mediante el cálculo econométrico basado en las variables extraídas de los datos de eventos ocurridos en el pasado.

El lado blando de tal especie intermedia radica en que, tanto considerados como individuos o como grupos sociales, los operadores inmediatos son seres humanos quienes, además de aportar al sistema su complejísima subjetividad -mentalidad, actitudes, prejuicios, tabúes, incapacidades, patologías, pulsiones, adicciones, traumas, etc- son influidos por un gran número de factores exógenos de naturaleza cultural, económica, social y política. Este tipo de influencias se ilustra ejemplarmente mediante un dramático caso real: analizando las gráficas históricas de la siniestralidad vial de Israel pueden identificarse con precisión los periodos de agudización de la antigua crisis con sus vecinos árabes debido a que las crestas ascendentes abruptas de las curvas se corresponden sistemáticamente con acciones militares importantes, intensificaciones del conflicto o atentados terroristas, lo que demuestra en forma indudable la poderosa incidencia que un factor ambiental -político en el caso- puede ejercer sobre el sistema del tránsito.

La incompreensión de la naturaleza dúplice del tránsito ha desembocado en graves errores teóricos y prácticos, como los que cometía la perimida –pero no

extinguida- visión denominada *ingenieril* que consideraba la problemática de la seguridad vial como radicalmente dura en el primer sentido del término antes explicado y, en consecuencia, pretendía resolverla solo mediante ecuaciones, estadísticas y tabla de dibujo lo que la llevaba a estrellarse fatalmente contra la realidad. Empero, desde la década de los 60 del siglo pasado la mirada de los ingenieros, felizmente, se fue *ablandando* lo que implicó hacer un lugar cada vez mas amplio al subsistema humano. La nueva visión llevó, p. ej., a que las infraestructuras y los vehículos comenzaran a diseñarse tomando como variables fundamentales las magnitudes de tolerancia del cuerpo humano a las transferencias de energía, las distancias de visibilidad efectivas y los tiempos percepto-reactivos reales, la supresión de obstáculos extra-viales y el empleo del diseño geométrico tanto para reducir la probabilidad de daños graves, explicarle la vía al usuario o compensar el efecto de ciertos fenómenos psicofisiológicos que experimentan los conductores, p. ej. la hipnosis de la carretera inducida por la monotonía de los tramos rectos muy extensos. Algunas culminaciones de este enfoque, que bien puede llamarse *humanista*, son p. ej. los conceptos de *legibilidad de la vía*, *costados de la vía indulgentes* (eliminación de obstáculos extra-viales), *vías que perdonan* (diseño reductor de la gravedad de los siniestros), *vías auto-explicativas* (diseño que, por si mismo, explica al usuario cómo debe actuar), *seguridad vial sostenible* y, por supuesto, la avanzada *Visión Cero Muerto* de Suecia basada en una verdadera filosofía sistémica de la seguridad vial.

Otro error derivado de la incompreensión de la naturaleza sociotécnica fue señalado por Campón (2009) al momento de tratar los modelos de siniestro: “*Unos modelos apuestan por una perspectiva psicológica de comprensión de las acciones u omisiones de las personas implicadas en el siniestro –el conductor, el peatón o el usuario-, pero olvidando el componente físico-dinámico del mismo; otros, en cambio, desde la ingeniería o la criminalística pretenden reconstruir el siniestro con magníficos y complejos modelos físico-matemáticos, pero dejando de lado completamente al ser humano en su análisis*”.

BIBLIOGRAFIA

Bunge M. – Emergencia y convergencia – Ed. Gedisa – Barcelona, 2004 – ISBN 84-9784-019-4

Campón Domínguez, J.A. - El modelo secuencial de eventos de un siniestro (MOSES) – Securitas Vialis Vol. 1, No. 3 - ISSN 1888-9697

Centro Zaragoza – La teoría Visión Cero sobre la seguridad vial – Instituto de Investigación sobre Reparación de Vehículos S.A. – Zaragoza, 2003 – ISBN 84-96126-03-X

Checkland P. – Pensamiento de sistemas; Práctica de sistemas – Ed. Limusa - México, 1993

Forrester J.W. - Comportamiento contraintuitivo de los sistemas sociales - Traducción del Grupo de Dinámica de Sistemas del ITESM, Revisión John Mackay (Barcelona) - Monterrey, México, 2000

Fridström L. – Econometric models of road use, accidents and road investment decisions – Research Council of Norway; Institute of Transport Economics – TOI Report 457/1999 – Oslo, 1999 – ISBN 82-480-0121-0

Izquierdo J. de D. y Torres Kumbrián R.D. - Nueva cultura sistémica de la seguridad vial: Hacia el control social del tráfico - Carreteras: Revista de la Asociación Española de la Carretera, ISSN 0212-6389, N° 148, 2006

Kaiser, G. - Delincuencia de tráfico y su prevención general - Espasa-Calpe, 1979

Le Moigne J.L. - La théorie du système général; Théorie de la Modélisation - Classiques du RIC, 2006

Maffei S. - Artefatto & sistema sociotécnico - Politecnico di Facoltà del Design - Corsodi Metodi di Ricerca per il Progetto I - Milano, 2005

Monroy Alvarado G.S. - Una introducción a la metodología de sistemas; Evolución y características - Rev. Pedagogía Hacia el Tercer Milenio, Vol. 1, No. 1, México, 1997

Ropohl, G. – Phylosophy of Socio-Technical Systems – Techne, Vol 4, N° 3, 1999

Sarabia A.A.– La teoría general de sistemas - Isdefe, Publicaciones de Ingeniería de Sistemas N° 2 – Madrid - ISBN 84-68338-01-9

Tabasso C. - Paradigmas, teorías y modelos de la seguridad y la inseguridad vial – Instituto Vial Iberoamericano, IVIA - Internet:
www.institutoivia.com/doc/tabasso_124.pdf

Van Gigch J.P. - Teoría general de sistemas - Ed. Trillas, 2ª Edición - México, 1987