



DE LA NATURALEZA Y ESPECIFICIDAD DEL SISTEMA FERROVIARIO ARGENTINO: EL DESAFÍO DE LA CONFIABILIDAD¹

Javier H. Cantero | Natalia L. González

Resumen

A pesar de ser concebido como un sistema de interacciones simples y alto nivel de integración, el transporte ferroviario se encuentra involucrado excepcionalmente en accidentes y catástrofes. Sistema teórica y técnicamente confiable que no deja de aportar evidencia empírica acerca de sus vulnerabilidades. De ahí que la discrepancia entre teoría y práctica del funcionamiento del transporte ferroviario habilite la discusión acerca de la naturaleza del sistema. El presente artículo apunta a cernir la ontología del sistema ferroviario utilizando el esquema de análisis de la teoría de los accidentes normales (NAT) e incorporando dimensiones organizacionales no contempladas en la propuesta de CH. Perrow. Superadas las cuestiones onto-epistemológicas, se analizan los condicionantes para el desarrollo del sistema de transporte ferroviario argentino, se aborda la disyuntiva entre la gestión pública y privada de los ferrocarriles y se proponen preconizaciones para la gestión. En ese sentido, el análisis permite establecer la distinción entre vulnerabilidades ontológicas y contingentes y la potencialidad del sistema ferroviario argentino de desarrollar senderos de confiabilidad.

Palabras claves: Confiabilidad organizacional, teoría de accidentes normales, sistema de transporte ferroviario argentino

Abstract

In spite of being conceived as a simple and tightly coupled system, the railway transport is involved in accidents and catastrophes.

It is a theoretical and technically reliable system that doesn't stop contributing with empirical evidence about its vulnerabilities. The discrepancy between theoretical and empirical railway transport performance, brings the discussion about the nature of the system.

This article points to shape the ontology of the railway system using the scheme of Normal Accidents Theory (NAT), adding organizational dimensions not considered by CH Perrow.

Once ontological and epistemological issues are overcome, determining factors for the development of the Argentinean railway system are analyzed, additionally the public-private railway system dilemma is approached and finally recommendations for the management are proposed.

Accordingly, this analysis allows to single out the difference between ontological and contingent vulnerabilities and in addition, the potential of the Argentinean railway system to develop reliability.

Keywords: Organizational Reliability – Normal Accidents Theory – Argentinean Railway Transport System

¹Agradecemos los pertinentes comentarios realizados por los evaluadores de este artículo. Este trabajo forma parte del proyecto de investigación "Gestión de organizaciones de alta confiabilidad (HRO): vulnerabilidad y confiabilidad de los sectores estatal y privado".

Javier H. Cantero

jcantero@ungs.edu.ar

Natalia L. González

ngonzale@ungs.edu.ar

Instituto de Industria. Universidad Nacional de General Sarmiento



Introducción

Comprender la naturaleza del transporte ferroviario constituye una condición sine qua non para ulteriormente abordar las problemáticas de la confiabilidad y vulnerabilidad del sistema en cuestión.

Son prácticamente inexistentes los estudios ontológicos acerca del sistema de transporte ferroviario.² Su ubicación en el diagrama interacción/acoplamiento en tanto que sistema de interacciones lineales y de alto nivel de integración (Perrow, 1984) no sólo carece de fundamentos teóricos sino especialmente de evidencia empírica. En efecto, la recurrencia de los accidentes ferroviarios, tanto en Argentina como en el resto del mundo, interpela al conjunto de actores concernidos –incluidos los estudiosos de las organizaciones a riesgo– acerca de la naturaleza del sistema ferroviario.

Más allá de las especificidades tecnológicas de cada línea férrea, la diversidad de sistemas ferroviarios existentes a nivel mundial constituye un incentivo al descubrimiento de los rasgos esenciales. En efecto, resultan evidentes las diferencias tecnológicas entre la red ferroviaria europea y la argentina, no obstante ello existen rasgos ontológicos comunes que es necesario identificar y analizar. Estudios ulteriores pondrán en evidencia el carácter paradójico de los factores ontológicos. Por ejemplo, el diseño del sistema tecnológico contribuye a la confiabilidad al mismo tiempo que puede encontrarse en el origen de la vulnerabilidad del sistema.

El presente trabajo apunta a subsanar la carencia epistemológica con respecto a la naturaleza del sistema de transporte ferroviario realizando un análisis pormenorizado de sus rasgos ontológicos. De ahí, que se utiliza el esquema desarrollado por Charles Perrow (1984) como instrumento para analizar, a través de cada una de sus dimensiones, el sistema ferroviario en general y el argentino en particular.

Concebido y aplicado con mayor precisión

en sistemas tecnológicos transformadores o fabricantes de productos, será objeto de una reformulación cuando se trate de sistemas tecnológicos prestadores de servicios como el sistema ferroviario. Por ello, a los factores clave del esquema de Ch. Perrow se incorporan una serie de dimensiones (i.e. factores no tecnológicos) surgidas del análisis del sistema bajo estudio que permiten una comprensión integral del mismo.

Se trata de una condición necesaria pero no suficiente para responder la pregunta acerca de las causas de los accidentes ferroviarios. A partir de allí, con el objeto de contribuir a la construcción de la confiabilidad del sistema ferroviario, particularmente en nuestro país, se presentan un conjunto de condicionantes y de preconizaciones para la gestión.

Complejidad y nivel de integración del sistema de transporte ferroviario

Sistemas de generación de energía nucleoelectrónica, plantas petroquímicas, aeronaves y tránsito aéreo, sistemas navales y terrestres (presas, minas, etc.) fueron objeto de estudios pormenorizados para definir su naturaleza en términos de complejidad y nivel de integración (Perrow, 1984; Roe y Schulman, 2008; Sharit, 2000). En contraposición, el sistema ferroviario es incluido en el diagrama interacción/acoplamiento como un sistema de interacciones lineales y de alto nivel de integración sin ofrecer un análisis exhaustivo de sus características ontológicas (Perrow, 1984, p. 131).³

Si las cuestiones ontológicas han sido relegadas en el estudio del sistema ferroviario, las vulnerabilidades en general y las catástrofes en particular protagonizan los estudios y la bibliografía disponible (Cullen, 2001; Kletz, 2001; Law, 2000; Whittingham, 2004). Por otra parte, existe un predominio tanto de la perspectiva técnica e ingenieril (Dhillon, 2007; Ferreira et al., 2011; Hale & Heijer, 2006; Perpinya, 2012) como de los enfoques que apuntan al error humano como eje

²Mayntz & Hughes (1988) aportan un análisis histórico relativo al surgimiento, evolución y desarrollo de los sistemas ferroviarios estadounidenses, franceses y alemanes.

³Más cerca en el tiempo Ch. Perrow realiza un estudio histórico del ferrocarril en EEUU, el Reino Unido y Francia sin aportar una lectura desde la perspectiva ontológica del sistema ferroviario. Ver Perrow (2002) *Organizing America: wealth, power, and the origins of corporate capitalism*. NJ: Princeton University Press.

insoslayable de la vulnerabilidad del sistema ferroviario (Reinach & Viale, 2006; Dhillon, 2007; Whittingham, 2004; Wilson & Norris, 2005).

Para superar la carencia epistemológica con respecto al estudio del sistema de transporte ferroviario se propone un análisis en profundidad de las dimensiones esenciales. Tomando como punto de partida el esquema desarrollado por Charles Perrow se analizan sus dos características principales: la complejidad interactiva, que se relaciona con la forma que interaccionan los fallos en los componentes y la integración fuerte (tight coupling) que implica la velocidad de los procesos que son mutuamente dependientes. Es decir, en los sistemas ocurren secuencias inesperadas o fuera de la producción normal de interacciones entre los componentes. Asimismo, la integración se refiere a que no existe laxitud ni flexibilidad entre dos elementos. Lo que ocurre en un elemento afecta directamente al otro conduciendo inevitablemente a accidentes normales (Perrow, 1984).

Complejidad del sistema ferroviario

Diversas son las perspectivas disponibles para analizar el sistema socio-técnico. Apelar a las etapas del proceso de prestación del servicio es un enfoque que se puede complementar con una mirada transversal, reveladora de los componentes sociales, técnicos, políticos y normativos.⁴ De ahí que la perspectiva asumida para el estudio del sistema ferroviario contemple la multiplicidad de enfoques.

La complejidad hace referencia a las interacciones del sistema, en el que un componente –deliberadamente o no– puede interactuar con uno o más componentes fuera de la secuencia de producción normal. En ese sentido, entre las

variables utilizadas para caracterizar a los sistemas complejos se encuentran: la disposición espacial de los equipos, las líneas de producción y etapas del proceso productivo (proximidad), las conexiones de modo compartido, los subsistemas interconectados, los sistemas de control múltiples, la especialización del personal, los bucles de retroalimentación (inesperados y/o desconocidos) y el nivel de sustitución de materiales y de comprensión de los procesos.

A diferencia de las tradicionales fábricas productoras de bienes, la infraestructura ferroviaria se extiende a lo largo de un espacio considerablemente más amplio que cualquier otro sistema productivo (e.g. fábrica, local, sucursal). La red ferroviaria se extiende a lo largo de kilómetros de vías con puntos intermedios en los que se encuentran estaciones, cruces ferroviarios, depósitos de locomotoras, playas de clasificación de vagones y formación de trenes, cocheras, talleres, almacenes y edificios de administración entre otros. La vastedad espacial del sistema y la distancia entre sus componentes contrasta con la proximidad entre el sistema y sus contextos. Rasgo distintivo que indica una mayor proximidad entre partes componentes y contextos que entre los propios componentes del sistema. Por otra parte, los límites entre sistema y contexto son altamente porosos, característica que determina un alto nivel de influencia y/o participación del contexto en el sistema. En ese sentido, la multiplicidad de actores externos que pueden generar interacciones inesperadas no controladas por el sistema⁵ ferroviario da cuenta de un problema de sistema/contexto y de proximidad.⁶

Si nos remitimos a los trenes suburbanos, encontramos ciertas especificidades. En principio se trata de un proceso de prestación de servicio cuyos inputs y outputs (pasajeros) están insertos en múltiples y recursivos bucles productivos. En una

⁴La inhabilitación del dispositivo de frenado conocido en la jerga como “dispositivo de hombre muerto” ilustra la manera en que un dispositivo tecnológico es alterado por una demanda social (v.g. sindical) para mejorar las condiciones de trabajo de los conductores de trenes, incumpliendo normas estipuladas (ver: Comisión Nacional de Regulación del Transporte, GES-002, 1995) y aceptada por el management de las empresas operadoras de trenes.

⁵Las barreras de pasos a nivel (diseñadas para ser zigzageadas o rotas en caso de que un vehículo quede atrapado con barreras bajas) y la “porosidad” de los cercos perimetrales hacen posible que conductores y/o individuos invadan la zona de vía o los cuadros de estaciones con el riesgo potencial de alterar el funcionamiento del sistema, incluso generando accidentes. Si bien están previstos en la Ley General de Ferrocarriles Nro. 2873, aún hoy existen tramos de las líneas metropolitanas que no cuentan con los cercos perimetrales correspondientes, en muchas ocasiones faltantes por vandalismo. Actualmente, se están instalando separadores tipo new jersey (i.e. estructuras de hormigón armado) a los que se les adosan rejas.

⁶Si se tiene en cuenta el sistema de subterráneos –caso particular de sistema ferroviario– el vínculo entre sistema y contexto cambia sustancialmente debido a las condiciones espaciales de aislamiento entre actores externos y el sistema ferroviario.

corrida de tren se absorben y expulsan inputs, es decir, pasajeros transportados ya sea desde y hasta las estaciones terminales como en las estaciones intermedias. La tracción deberá adaptar múltiples parámetros (e.g. distancia de frenado, velocidad, entre otros) de acuerdo a las características del servicio (e.g. heterogeneidad de trenes, cantidad de pasajeros, perfil del trazado, entre otras) resultando en un aumento de la complejidad del sistema.

Así como otros sistemas, el sistema ferroviario tiene dispositivos de modo compartido –partes, unidades, subsistemas– que realizan múltiples funciones esenciales para el funcionamiento de otras partes componentes. El ejemplo paradigmático es el de un calentador de gas que al mismo tiempo absorbe calor excedente de un reactor químico y lo destina al calentamiento de un depósito (Perrow, 1984). De producirse una falla en el calentador –dispositivo de modo compartido– tanto el reactor como el depósito se verán afectados.

Al estudiar el sistema de transporte ferroviario aparecen con mayor evidencia los siguientes dispositivos de modo compartido: la vía⁷, el señalamiento y las comunicaciones y el sistema de alimentación eléctrica.⁸

Frente a cualquier evento que afecte el estado normal de las vías, con mayor o menor capacidad para disponer de dispositivos de redundancia, derivará en la demora, cancelación o impedimento para que se desplacen los trenes. De ahí la utilidad de constituir trazas múltiples a un mismo destino y/o vías circuito, es decir una traza cerrada (.i.e permiten llegar a un mismo punto por ambos sentidos) que le otorgan flexibilidad y permiten sortear las dificultades en alguna vía en particular (e.g. rotura, trabajos de mantenimiento, cortes de vías por reclamos sociales, etc.) y desviar las formaciones asegurando la continuidad del servicio.

Los sistemas de señalamiento y comunicaciones adquieren en la práctica una funcionalidad semejante a la de los dispositivos de modo compartido. En el primer caso, se trata de un sistema que afecta al conjunto del trazado de la línea férrea. Por su parte, y a pesar de la diversidad y multiplicidad de las fuentes de información y comunicación, el ininterrumpido proceso de automatización e incorporación tecnológica hace que las tradicionales fuentes de información directas muten hacia la captación de información de manera indirecta. Dependiendo del sistema de transporte ferroviario que se analice variará el peso de las fuentes directas e indirectas, sin embargo la tendencia indica que la complejidad del sistema aumenta en función de la evolución hacia fuentes de información indirectas. El sistema de comunicación funcionó durante un período considerable como un dispositivo de modo compartido. En la actualidad los sistemas de control distribuido actúan como dispositivo redundante para evitar los dispositivos de comunicación de modo compartido.⁹

En el último caso, se prevén dispositivos redundantes para evitar la interrupción del servicio ferroviario debido a fallas en el sistema de alimentación eléctrica, no obstante lo cual, todo evento que impida su normal funcionamiento determinará la interrupción de todos los servicios de trenes eléctricos de la línea afectada.

La interconexión de los componentes del sistema ferroviario conduce a un estudio de dos niveles. Por un lado el sistema ferroviario y sus partes componentes y por el otro, el sistema ferroviario en su interrelación con otros sistemas. El sistema ferroviario está compuesto por material tractivo y remolcado (mecánica), vía y obras, señalamiento y comunicaciones, eléctrico de alta tensión (infraestructura) y tráfico, conformando el área de explotación. Por otro lado, el área de administración

⁷Una línea férrea tradicional está organizada bajo el sistema de seguridad denominado “sistema de bloqueo”. Si bien se trata de un dispositivo de modo compartido, los sistemas de bloqueo absoluto tienen como objetivo evitar que dos trenes ocupen el mismo sector de vía, independientemente de las tecnologías utilizadas.

⁸La mayoría de las líneas ferroviarias argentinas continúan prestando sus servicios con formaciones diésel-eléctricas. En zonas urbanas, esto constituye un atraso tecnológico y tiene un efecto paradójico. Por un lado evita la presencia de un dispositivo de modo compartido y por el otro impacta negativamente en el desempeño económico (mayores costos), impacto ambiental (polución) y su performance técnica (calidad de prestación del servicio). En otras líneas ferroviarias conviven distintos sistemas de tracción (e.g. Línea Roca vía Temperley se encuentra electrificada y vía Quilmes con tracción diésel) situación que permite superar las fallas originadas en dispositivos de modo compartido. Sin embargo, la posibilidad de hacer circular trenes con tracción diésel en los ramales electrificados de la red depende de la compatibilidad de las puertas de los coches con la altura de andenes.

⁹En Argentina la comunicación “tren-tierra” con la oficina de control (OC) se realiza mediante handy o radio y esta área concentra la información del contexto. Es decir, las estaciones y torres de control también establecen comunicación con la OC y esta última con los conductores. En definitiva, la OC adquiere un rol estratégico al concentrar los flujos de información.

cuenta con tres departamentos: recursos humanos, finanzas y explotaciones colaterales.

Como en toda industria tecnológicamente madura, la especialización y división del trabajo alcanza un estadio superior. Más precisamente, en la industria ferroviaria se encuentran recursos humanos que se desempeñan en puestos de trabajo altamente especializados. Conductores, agentes de vía y obras, de tráfico, de mecánica, señaleros son, grosso modo, algunos de los puestos directamente vinculados a la prestación del servicio de transporte ferroviario.

Entre los agentes abocados a la prestación del servicio de transporte, el equipo de conducción del material tractivo y los controladores de tráfico desempeñan roles críticos para el funcionamiento del servicio ferroviario, de ahí su mayor nivel de especialización con respecto al resto del personal y su impacto en el nivel de complejidad.

En contraposición, los materiales y suministros del sistema ferroviario entre los que se destacan el material rodante y sus repuestos, elementos componentes de vías y del sistema de señalización, partes del sistema de alimentación eléctrica, presentan la posibilidad de sustituirlos por otros con distinto origen o modernizarlos (e.g. retrochado de locomotoras y vagones, sistema de señalización manual a automática, electrificación de ramales de servicio diésel).

El sistema de control del tráfico ferroviario, como el del tráfico aéreo, tiene dos objetivos: garantizar la seguridad del servicio y facilitar el servicio (funcionamiento operativo, eficiencia operativa) del transporte ferroviario de pasajeros y carga. La clave está en la gestión de la capacidad¹⁰ y su balance con base en las interdependencias existentes entre cuatro dimensiones: 1) número de trenes (por intervalo de tiempo, por ejemplo: trenes por hora), 2) velocidad promedio, 3) estabilidad -ya que deben agregarse márgenes y suplementos para asegurar que demoras menores (e.g. excesos en los tiempos de parada, reducciones de velocidad por obras de mantenimiento) se diluyan en lugar de amplificarse y causar mayores retrasos a otros

trenes- y 4) heterogeneidad que refiere a las diferencias en tiempos de corrida de los tipos de trenes que circulan por una misma vía.

Todas las características mencionadas configuran un sistema de control teleológica y operacionalmente complejo.

El segundo nivel de análisis da cuenta de los vínculos interorganizacionales de un sistema ferroviario. Específicamente, la presencia de trayectos utilizados por operadores ferroviarios distintos (e.g. trenes suburbanos, trenes regionales de pasajeros y trenes de carga, gerenciados por distintas empresas, que corren sobre la infraestructura a cargo de uno de ellos). Sin llegar a los casos europeos donde la interoperabilidad internacional ferroviaria tuvo que sortear complejidades técnicas, idiomáticas y normativas, en el caso argentino existen diversos tramos que exigen la coordinación entre distintos operadores ferroviarios.¹¹

Los múltiples bucles de retroalimentación (algunos inesperados y/o desconocidos) pueden entenderse en dos niveles. Retroalimentación entre agentes de diversas áreas y los sistemas y/o componentes del sistema ferroviario y con el contexto contribuyen a la complejidad del sistema. Conductor y responsables de la puesta en servicio de las formaciones, conductor y oficina control o responsables del tráfico, conductor y guardas, conductor y señaleros, oficina de control y responsables de estaciones, son algunas de las interacciones que originan bucles de retroalimentación. Por su parte, la retroalimentación entre la formación y sus contextos se produce a través del cumplimiento o violación de las normas de seguridad.

En cuanto a la comprensión del proceso, el avance de la tecnología ferroviaria de las últimas décadas evidencia que la mayor fuente de desconocimiento para el sistema ferroviario es el comportamiento de los agentes contextuales. En otras palabras, el sistema ferroviario (y sus componentes y operadores) poseen un nivel de comprensión limitado vis-à-vis el rasgo incierto e

¹⁰La capacidad de una línea ferroviaria se define por el número máximo de trenes que, por cada uno de los sentidos de circulación, pueden circular en un intervalo de tiempo determinado respetando las condiciones de seguridad (en general se suelen considerar periodos de tiempo de 24 horas) (Pañero Huerga, 2015; Rozenberg, 2010)

¹¹En el ámbito local el accidente ocurrido entre las estaciones San Miguel y José C. Paz en febrero de 2011 constituye un ejemplo de colisión en un tramo de uso compartido de vía por distintas operadoras ferroviarias, entre una formación de Ferrobaires y otra de UGOFE- San Martín.

inesperado de los factores contextuales.

En virtud de las características analizadas se comprueba un alto nivel de complejidad refutando la idea intuitiva de Ch. Perrow acerca de la naturaleza del sistema tecnológico ferroviario. El contexto y su interacción con el sistema ferroviario son determinantes a la hora de establecer el nivel de complejidad, rasgo que será relativizado con el nivel de integración.

Integración o nivel de acoplamiento del sistema ferroviario

Los distintos componentes del sistema ferroviario presentan un considerable nivel de holgura en sus interacciones. Se trata de un sistema de bajo nivel de integración que permite lidiar con el alto nivel de complejidad. Capacidad de absorción de demoras en el servicio, variabilidad de las secuencias productivas, equifinalidad, flexibilidad y capacidad de sustitución de suministros, equipamiento y personal junto con los múltiples dispositivos de redundancia determinan el bajo nivel de integración del sistema ferroviario.

Asumiendo que la corrida del tren constituye el proceso esencial de prestación de servicio del sistema ferroviario, la dimensión temporal reviste importancia pero no necesariamente excluye la capacidad de absorción de demoras. De hecho, las recurrentes paradas no programadas (en andenes de estaciones y entre estaciones) es una prueba irrefutable de que el sistema de transporte ferroviario es tolerante y tiene margen para detener el servicio y reiniciarlo una vez resuelto el inconveniente (e.g. accidente, problemas con pasajeros, condiciones meteorológicas), más allá del deterioro de la calidad del servicio (especialmente la puntualidad y el cumplimiento del cronograma de servicios). Si nos remitimos al caso argentino, las estadísticas de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) indican que frecuentemente los tiempos diagramados así como la cantidad de

servicios no se realizan de acuerdo a lo planificado.¹²

Ontológicamente la prestación del servicio ferroviario tiene una serie de etapas que resultan invariables tales como: para el primer servicio: salida de depósito, preparación de la formación, despacho del tren y prestación del servicio. No obstante ello, conviene distinguir la invariabilidad ontológica de la variabilidad contingente. En efecto, las rutinas que forman parte de la etapa de depósito deben preceder a la de la preparación de la formación así como las de esta etapa preceden a la de despacho del tren. Sin embargo, el sistema admite alterar las secuencias sin afectar sustancialmente la prestación del servicio.¹³

Por otra parte, en la etapa de prestación de servicio las secuencias son altamente variables tales como: proceso de venta y compra de pasajes se puede hacer antes o durante el servicio, antes o después del ingreso de pasajeros a la formación dependiendo de la disponibilidad de boleterías habilitadas en las estaciones; control de pasajes se puede hacer antes, durante y después del servicio prestado; activación de los sistemas de refrigeración de coches antes o durante; e incluso modificar el trayecto estipulado ex ante obviando algunas estaciones intermedias e incluso el destino final.

La utilización de diversos métodos o tecnologías ponen en evidencia la equifinalidad en el servicio de transporte ferroviario de pasajeros. Una vez establecido el recorrido en vías electrificadas, el servicio se puede prestar con formaciones -a igualdad de altura de andenes- diesel-eléctricas o eléctricas con captación de energía correspondiente (i.e. superior o por tercer riel) de manera indistinta, ya sea alternativa, simultánea o complementariamente. Algo similar ocurre con la diversidad de locomotoras disponibles (i.e. teniendo en cuenta potencia y cantidad) y el tipo de vagones de una formación sin superar el límite absoluto y del ramal. En menor medida se da la equifinalidad con respecto a las paradas intermedias que puede o no atender de acuerdo al tipo de servicio (i.e. servicios

¹²El Índice de regularidad absoluta que mide el grado de cumplimiento del programa de servicio (se obtiene dividiendo los servicios puntuales sobre el total de los programados) alcanzó en 2013 en toda la red metropolitana un 63.21%. Mientras que, el índice de regularidad relativa (que se obtiene dividiendo los que llegaron puntuales sobre el total de los servicios corridos) que permite conocer el grado de puntualidad de los servicios corridos, alcanzó el 74.41%. Fuente: CNRT

¹³Por ejemplo: el tren podría salir de depósito sin contar con los elementos de seguridad reglamentarios. Para reducir esta vulnerabilidad durante 2013 la CNRT aprobó la Resolución 404 de Protocolo de Evaluación del Centro de Recepción de Personal a Controlar y de Evaluación Aleatoria de Personal Operativo para el área metropolitana de Buenos Aires reforzando lo señalado en el RITO.

semi-rápidos, rápidos y regulares). En definitiva, la equifinalidad se impone a la unifinalidad en el sistema ferroviario.

El nivel de flexibilidad y sustitución de los suministros, equipamiento y personal del ferrocarril contribuyen también a la equifinalidad del sistema. El factor más inflexible es la vía cuando se trata de un transporte guiado unidireccional donde el carril guía el material rodante limitando su movimiento e inscribiendo unidireccionalmente dentro de la geometría establecida. A diferencia del tránsito vehicular y del sistema de transporte aerocomercial que tienen mayor flexibilidad dentro de los distintos carriles de las calles y avenidas o espacios aéreos y de los innumerables recorridos o rutas que cada conductor o piloto puede elegir, un tren debe transitar por una traza previamente diseñada y su conductor no puede elegir su ruta.

Independientemente de la rigidez en la concepción del trazado, el nivel de flexibilidad y sustitución de los tres componentes es alto. En vías electrificadas el suministro más crítico es la fuente de energía eléctrica que utiliza el tren, de todas maneras en una línea ferroviaria pueden convivir distintos sistemas de tracción (e.g. con combustibles fósiles, energía eléctrica) ya sea para utilizarlos simultánea o alternativamente dando cuenta de la posibilidad de sustitubilidad. Asimismo, las formaciones pueden asegurar el servicio ante cambios en la tensión de la energía eléctrica más allá del impacto en la velocidad que pueden adquirir.

Con respecto al equipamiento –material rodante, sistema de señalización, aparatos de vía– se constata un alto nivel de flexibilidad y de sustitución. En el primer caso, el material rodante puede diseñarse para adaptarse a las características de la vía (i.e. retrochado) o forma de captación de la energía (e.g. tercer riel o catenaria). Por su parte, los sistemas de señalización y de aparatos de vía adquieren la capacidad de sustitución a través de la combinación de tecnologías, desde los de accionamiento manual hasta las más automatizadas e incluso reemplazando dichos sistemas en su totalidad.

Si se trata del personal, tanto la flexibilidad¹⁴

como la sustitución son atributos constitutivos del sistema. En los niveles más operativos prevalecen los rasgos mencionados ya que pueden ser objeto de polivalencia por lo que son altamente flexibles. En contraposición, los roles de los controladores y conductores son más difícilmente sustituibles por los requerimientos del sistema y las características del puesto.

Otro factor, no contemplado por el esquema de Ch. Perrow, es la diagramación del servicio. Gestión del tráfico, frecuencia (i.e. velocidad), detención en las estaciones, capacidad para operar con cualquier meteorología cambiante son dimensiones que admiten variaciones dotando al sistema de un mayor nivel de flexibilidad.

Múltiples y diversos medios de amortiguación y redundancias contribuyen a la flexibilidad del sistema. Sistemas de señalización alternativos, diversos tipos de frenos, vías alternativas, posibilidad de cambiar locomotoras, sistemas de información redundantes forman parte de un listado no taxativo de dispositivos y prácticas que permiten que el sistema funcione con mayor holgura o slack (según la denominación anglosajona) y activan procesos de aprendizaje gradual.

Del análisis precedente se concluye que en el sistema ferroviario convergen la complejidad de las interacciones y el bajo nivel de acoplamiento o integración. En otras palabras, el sistema ferroviario se ubica en el cuadrante cuatro del diagrama interacción/acoplamiento antes que en el cuadrante uno como intuitivamente suponía Ch. Perrow (1984, p. 131).

El desafío de la confiabilidad ferroviaria argentina

La naturaleza del sistema constituye una de las condiciones sine qua non para afrontar el estudio de la confiabilidad ferroviaria argentina. En ese sentido, los párrafos siguientes abordan tres problemáticas esenciales concernientes a la viabilidad en el largo plazo a partir de los condicionantes, la modalidad de gestión –pública o privada– de un servicio público e implicancias para la gestión del sistema ferroviario

¹⁴En este caso, flexibilidad se refiere a las competencias de los recursos humanos y no a las condiciones contractuales ni a las condiciones de trabajo. Es decir, flexibilidad no es sinónimo de precariedad laboral.

argentino.

Condicionantes del sistema de transporte ferroviario argentino

Si bien existen innumerables medidas para mejorar la confiabilidad del sistema ferroviario, resulta incontestable el proceso de degradación constante del servicio en las últimas décadas. En efecto, más allá de las posibilidades técnicas de mejora, el avance del sistema de transporte automotor (pasajeros y mercaderías), aerocomercial y una miríada de servicios de transporte privado (remises, combis, etc.) contribuyen al abandono del sistema de transporte ferroviario y, especialmente, se traducen en políticas públicas que priorizan el desarrollo del parque automotor y los sectores industriales asociados (infraestructura vial, sector automotriz) en detrimento del sector ferroviario (servicio de transporte e industria ferroviaria).

La degradación sistémica y sistemática del transporte ferroviario de pasajeros revela múltiples fuentes, desde las relacionadas al individualismo de la ciudadanía, las políticas públicas de estímulo a otras industrias como la automotriz, hasta las deficiencias en la gestión operativa de los ferrocarriles.

Los estratos sociales medios y altos fueron abandonando progresivamente el servicio de transporte ferroviario por la deficiente calidad del servicio. Paralelamente se dejó de lado el diseño e implementación de políticas públicas destinadas a la mejora del sistema. Causalidad circular que no sólo impide establecer la relación causa-efecto sino que además exacerba la entropía del sistema.

En la medida en que los distintos actores sociales, anteriormente usuarios del servicio de transporte ferroviario, se convierten en automovilistas, pasajeros de autotransporte, taxis¹⁵, remises y afines, la agenda de sus preocupaciones relega la problemática del transporte ferroviario e incide en la conformación de la agenda de gobierno.

Estos fenómenos societales que favorecen los sistemas de transporte no ferroviarios no están exentos de impactos negativos tanto en

la movilidad de los individuos y las mercaderías como en las dimensiones económicas, sociales y medioambientales. El alto nivel de accidentalidad vial en Argentina, las cotidianas perturbaciones vehiculares en los accesos a los grandes núcleos urbanos, el alto nivel de contaminación ambiental, el surgimiento y desarrollo de servicios conexos al uso de automóviles (e.g. estacionamientos, garages) ponen de manifiesto las desventajas económicas, sociales y medioambientales de la falta de políticas de diversificación y complementariedad de la matriz del sistema de transporte urbano y suburbano. En ese sentido, los estudios sobre Centros de Transbordos (Gartner, 2012), que permitan complementar los sistemas de transporte de forma organizada y planificada, dan cuenta de la viabilidad de opciones con impactos favorables para los usuarios.

Gestión privada versus gestión pública

A pesar de la multiplicidad de enfoques teóricos acerca de la especificidad de la gestión pública vis-à-vis la gestión empresarial (Echebarría y Mendoza, 1999), en el contexto argentino (v.g. ciertos grupos de interés) se ha erigido la percepción social acerca de la superioridad de la gestión empresarial por sobre la de los organismos públicos. Siguiendo esta línea de razonamiento, todo lo estatal es ineficiente, político (ideológico), irracional, corrupto y carente de dinamismo para enfrentar los cambios contextuales.

La evidencia empírica de los últimos años en Argentina permite relativizar el mito de la superioridad de la empresa por sobre la gestión pública e incluso se puede concluir que la gestión privada de ciertos servicios públicos concesionados no solo evidenciaron flagrantes carencias en su gestión sino que resultaron en rotundas catástrofes sociales (y económicas) para la comunidad.

Más allá del debate entre los apologistas de la empresa y los defensores de lo público, la situación Argentina habilita el siguiente interrogante: ¿de qué manera la gestión pública puede reducir la vulnerabilidad de la gestión privada? Los casos de

¹⁴ El taxi es un medio de transporte colectivo "poco visibilizado" en la Región Metropolitana de Buenos Aires (RMBA). En la Ciudad Autónoma de Buenos Aires hay 38 mil licencias (35 mil activas) que ofrecen 160 mil asientos, es decir 60% de la capacidad del autotransporte público de jurisdicción nacional, equivalente a 1,4 millones de pasajeros/día (Gutiérrez y Rearte, 2012).

prestación de servicios sanitarios (i.e. la empresa Aguas Argentinas), el correo oficial (i.e. empresa Correo Argentino), la gestión de Aerolíneas Argentinas a cargo de la empresa española Marsans, y el servicio de trenes suburbanos a cargo de empresas concesionarias (i.e. Metropolitano, TBA) echan por tierra la supuesta superioridad de la empresa.

El sistema ferroviario argentino a partir del programa de otorgamiento en concesión y privatizaciones implementado durante la década del '90 tuvo múltiples deficiencias. En lo estrictamente económico se recurrió a un conjunto de dispositivos de gestión economicista (e.g. subvaluación de activos, despreocupación por el saneamiento previo de las empresas así como por difundir las tenencias accionarias de las mismas, deficiencias e insuficiencias regulatorias y normativas, desatención en materia de defensa de la competencia y del consumidor, distorsiones en la estructura de precios y rentabilidades relativas de la economía, etc.) reñidos con la eficiencia operativa del sistema ferroviario.

No obstante ello, el gobierno nacional incorporó a su haber un éxito político ya que el sistema de concesiones contribuyó de manera decisiva a afianzar la confianza del establishment económico (i.e. local e internacional), favoreciendo, en especial durante el primer quinquenio de la década, la renegociación de la deuda externa y el ingreso de capitales, el aumento del consumo doméstico, y el fortalecimiento de nuevas bases y condiciones refundacionales del desenvolvimiento económico y social del país (Aspiazu y Schorr, 2002).

En términos de la gestión operativa del servicio ferroviario, diversas auditorías (e.g. Comisión Nacional de Regulación del Transporte, Auditoría General de la Nación) dan cuenta del incumplimiento de los controles, aplazamiento y falta de ejecución de rutinas de mantenimiento de material rodante y de infraestructura de vía y obras.

El caso del concesionario de Trenes de Buenos Aires (TBA) a cargo de las líneas Sarmiento y Mitre constituye un ejemplo emblemático de la deficiencia operativa empresarial. Tras el “accidente de Once” acontecido el 2 de marzo de 2012, el Colegio de Auditores Generales de la Nación aprobó por unanimidad el informe referente a la verificación

del cumplimiento de los controles realizados por la CNRT y la Secretaría de Transporte respecto de las obligaciones contractuales relacionadas con el mantenimiento, seguridad pública y operativa de TBA. Dicho informe destaca y pone en evidencia las falencias de la gestión privada: falta de mantenimiento de la infraestructura de vía y obras, aplazamiento y falta de ejecución de rutinas de mantenimiento de material rodante, detección de que un 50% de los descarrilamientos denunciados entre el año 2008 y el 2009 en la línea Sarmiento se debió a falencias en el material rodante y a la infraestructura de vías. (Cfr. Resolución 16/12 AGN, Actuación AGN 303/09 año 2012).

Algo similar podría señalarse con respecto al concesionario Transporte Metropolitano, a cargo de las líneas San Martín, Roca y Belgrano Sur, cuyas concesiones fueron rescindidas de manera compulsiva por el Estado en 2005 y 2007 respectivamente. A diferencia del caso previamente citado en el que el pasaje de la gestión privada a la pública estuvo mediado por un accidente catastrófico, la finalización de los contratos de Metropolitano se desencadenó luego de un proceso de deterioro progresivo del servicio, registrado en el índice global de calidad (cancelación, prestación incompleta y demoras).

En definitiva, ante el axioma de la superioridad empresarial se da la paradoja de que el Estado viene a subsanar las vulnerabilidades originadas por la gestión empresarial y transformarlas en confiabilidad pública y societal.

Los accidentes catastrófico de 2012 y 2013 en la línea Sarmiento gestionada por TBA determinaron un giro copernicano en la política ferroviaria. Desde entonces el Estado Nacional adopta un esquema híbrido de concesiones-administración público-privadas y en ciertos casos se reemplaza por la gestión directa. De ahí el nuevo marco normativo que crea una estructura estatal de gestión del sistema ferroviario y asigna funciones y responsabilidad a los organismos previamente creados para tal fin (i.e. ADIF y SOFSE), los programas de actualización tecnológica del material rodante, las obras de infraestructura, la reapertura de talleres ferroviarios, la incorporación y formación de recursos humanos y la reactivación de servicios en ramales eliminados durante la etapa

de concesiones privadas.

Preconizaciones para la gestión del sistema de transporte ferroviario argentino

Frente a las características ontológicas analizadas resulta considerable la mejora potencial de la confiabilidad del sistema ferroviario argentino. Desde medidas que apuntan a mejorar la gestión del tráfico hasta modificaciones en el diseño del sistema ferroviario, pasando por la actualización tecnológica de trenes y componentes, constituyen una panoplia de preconizaciones para la gestión tendientes a mejorar la confiabilidad del sistema.

Así como el enfoque de las vulnerabilidades se ha constituido en el mainstream del análisis de accidentes atribuyéndole al error humano un rol protagónico, ante cada accidente ferroviario argentino los distintos actores concernidos adhieren sin reservas a la perspectiva de la responsabilidad individual (Catino, 2008). De ahí que resulte necesario llevar adelante un análisis que incorpore un conjunto de actores del sistema ferroviario así como diversos factores organizacionales, caso contrario se corre el riesgo de reducir y limitar el diagnóstico al eslabón más débil del proceso.

Partiendo de la base de la falibilidad del factor humano se presenta un doble desafío. Por un lado, diseñar dispositivos que resulten redundantes para mitigar y prevenir el riesgo de error y equivocación y, por el otro, ampliar la perspectiva sorteando las limitaciones del enfoque del dominó (Heinrich et al, 1980) y del queso suizo (Reason, 1993).

Por otra parte, atentos al complejo vínculo entre el sistema ferroviario y el contexto se pone en evidencia el necesario desarrollo de rasgos culturales y comportamentales de otros actores concernidos (i.e. usuarios, peatones, automovilistas entre otros) que actualmente exacerban la vulnerabilidad del sistema a través de su propensión a la asunción de riesgos (Douglas & Wildavsky, 1985). Delimitar de manera más nítida los límites entre el sistema y el contexto a través de los cercos perimetrales a lo largo de toda la traza de la vía, minimizar la cantidad de cruces ferroviarios recurriendo a pasos a distinto nivel, introducción de nuevos dispositivos que impidan a los vehículos

acceder al espacio ferroviario, sistema de sanciones ante la transgresión de normas de seguridad y fundamentalmente programas de sensibilización dirigidos a usuarios, peatones y automovilistas.

Para mitigar los riesgos resulta conveniente descentralizar el sistema de información y control, incorporando un sistema de información del tráfico en cada tren que le permita al conductor y su acompañante tener información sobre el estado del conjunto de la red y no sólo de su formación. Esta medida de descentralización de acceso a la información no necesariamente se opone a la puesta en funcionamiento de un sistema de control centralizado. El caso europeo visibiliza la complementariedad de estos dos dispositivos a priori contradictorios. En efecto, existe una diversidad de sistemas cuyo objeto es la contribución a la seguridad en la circulación de los trenes, desde sistemas de señalamiento complementarios hasta sistemas de señalización en la cabina de conducción. Algunos sistemas complementarios actúan supervisando la reacción del conductor frente a señales de alerta, velocidad alcanzada, distancia de frenado necesario pero en todo caso actúan como dispositivos de redundancia frente a la falla o error del factor humano. Los sistemas más novedosos reproducen en la cabina de conducción las señales más relevantes exigiendo al conductor determinada acción. Si las acciones no se llevan adelante la formación se detiene.

Las últimos accidentes ferroviarios en Argentina pusieron en evidencia fallas sistemáticas y sistémicas en la operación, que deben ser integradas por los agentes (e.g. conductores de locomotoras) al funcionamiento normal del sistema si no quieren ser objeto de castigos. Concretamente en ciertas líneas férreas existía la obligación de que el conductor acepte una formación cuyo dispositivo de control por hombre muerto esté inhabilitado o la casi obligación de los conductores a continuar el trayecto con un sistema de frenos deteriorado (e.g. trabajar con “frenos largos”). Para subsanar esta fuente de vulnerabilidad conceptualizada como normalización del desvío (Vaughan, 1999) se han incorporados sistemas denominados “de Hombre Vivo” (HV), que actúan por la presencia de acciones que revela de manera sistemática y continua, el control humano dentro de la cabina de conducción.

Conceptualmente se reemplaza una acción estática y fija por una acción dinámica de reseteo del sistema, en general de orden cíclico y repetitivo (Cfrt. Boletín Técnico nº MR-1-2013).

Más allá de la incorporación en las cabinas de un sistema registrador de eventos que permite relevar una cantidad de parámetros (e.g. posición de la palanca de control de tracción, velocidad real, posición de todos los comandos de frenos) (Res. 174/14 CNRT) resulta oportuno diseñar y poner en práctica un dispositivo anónimo de denuncia por parte de los operadores de fallas o dificultades en el sistema, como mecanismo de redundancia para evitar la consecución de anomalías e incidentes. El carácter anónimo del mecanismo de denuncia y la recepción directa de la información por parte de los organismos de regulación y control constituyen factores cruciales para el correcto funcionamiento del dispositivo concebido así como lo atestiguan los casos de construcción de una cultura justa (Dekker, 2007) en la industria aeronáutica y nuclear.

Es evidente que el margen de maniobra para la mitigación de daños en el caso del sistema ferroviario argentino es amplio. Consideramos que la clave está en el diseño de herramientas y/o dispositivos haciendo énfasis en aquellos aspectos críticos del sistema.

El sistema de transporte ferroviario debería desarrollar diversos senderos de confiabilidad (Cantero et al, 2010) relacionados al sistema técnico, la infraestructura de vías y las relaciones inteorganizacionales.

Conclusiones

Interacciones complejas y bajo nivel de integración o acoplamiento constituyen dos rasgos ontológicos del sistema de transporte ferroviario. El análisis precedente permite comprobar que el sistema bajo estudio, antes que ubicarse en el cuadrante uno del diagrama interacción/acoplamiento, corresponde al cuadrante cuatro. De esta manera, se refuta la idea intuitiva de Ch. Perrow sustentando tal afirmación no sólo en las variables tecnológicas sino en las dimensiones organizacionales y contextuales.

A partir de los rasgos ontológicos del sistema se identifican un conjunto de vulnerabilidades y

la necesidad de abordarlas de manera integral. En ese sentido, la distinción entre ontológicas y contingentes resulta útil para dar cuenta de las vulnerabilidades asociadas a su génesis y aquellas vinculadas a la administración y gestión. Mientras que en el primer grupo identificamos riesgos inherentes a la actividad ferroviaria (e.g. sistema socio-técnico y la interacción del sistema ferroviario con sus contextos), en el segundo se pueden mencionar la capacidad de gestión, modalidades y política ferroviaria.

Sitenemos cuenta el deficiente desempeño de las últimas décadas del sistema ferroviario argentino adquieren mayor preeminencia los factores de vulnerabilidad contingente. Entre ellos cabe mencionar la tecnología del material rodante utilizada, la capacidad de operación y control estatal, las modalidades de gestión operativa a cargo de los concesionarios, las estrategias de diversificación no relacionadas con la industria ferroviaria de los concesionarios, la política ferroviaria y su complementariedad y rivalidad con los otros sistemas de transporte, los vínculos inter-organizacionales con las organizaciones subcontratadas, con otros concesionarios y con los organismos de control.

A su vez, se evidencian serios condicionantes tales como: el proceso de degradación del sistema ferroviario, la monocentralidad de la RMBA que configura las redes de transporte, la ausencia de políticas de diversificación y la complementariedad del sistema de transporte.

Frente a estas características y condicionantes consideramos que el sistema ferroviario argentino posee potencialidades para el desarrollo de senderos de confiabilidad (Cantero et al, 2010). El más evidente gira en torno al sistema tecnológico y sociotécnico. En efecto, después de décadas de atraso tecnológico en materia ferroviaria, la incorporación paulatina de soluciones tecnológicas (e.g. nuevo material rodante) por parte del Estado constituye una oportunidad para constatar las potenciales mejoras en la confiabilidad del sistema.

Un segundo sendero de la confiabilidad se refiere a la recuperación de los miles de kilómetros de vías inutilizados junto con la redefinición del sistema radial aprovechando las virtudes de los sistemas en red con múltiples nodos de

interconexión.

El tercer sendero apunta al desarrollo de las relaciones interorganizacionales. Es decir, entre los distintos operadores ferroviarios, públicos o privados, nacionales, provinciales y/o locales. En particular, se deben construir los vínculos entre los operadores y la miríada de empresas subcontratistas sobre la base de la mejora de la confiabilidad, evitando o mitigando los riesgos inherentes de la tercerización.

Funcionar en la teoría pero no en la práctica constituye el caso inverso de las HROs (LaPorte & Consolini, 1991). En efecto, a pesar de la confiabilidad técnica y teórica del sistema ferroviario, la evidencia empírica da cuenta de una historia de accidentes y catástrofes que comienza en el siglo XIX y se extiende hasta la actualidad. La “tragedia de Once” de 2012 marca un punto de inflexión en la política ferroviaria. A partir de allí, se ingresa en un proceso de transformación del sistema cuyos ejes centrales son, por un lado, la recuperación de la gestión pública del sistema y por el otro un plan de actualización tecnológica y de infraestructura.

Más allá de la necesaria coherencia entre política ferroviaria y marco jurídico, los desafíos que plantea la confiabilidad ferroviaria se encuentran en el diseño e implementación de herramientas de gestión superadoras de la anacrónica disyuntiva pública-privada. Asimismo, se requiere un abordaje integral del sistema que reconozca las dimensiones individuales, grupales, organizacionales e interorganizacionales no sólo como fuentes de vulnerabilidad sino como factores tributarios de la confiabilidad del sistema ferroviario.

Referencias bibliográficas

Actuación AGN N°303/09. Informe de Auditoría. Gerencia de Control de Entes Reguladores y Empresas Prestadoras de Servicios Públicos. Auditoría General de la Nación (2012).

Aspiazu, y Schorr, (2002). Privatizaciones, rentas de privilegio, subordinación estatal y acumulación del capital en la Argentina contemporánea, Buenos Aires: FLACSO,

Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales.

Boletín Técnico N° MR-1-2013. Sistema de alerta para la operación de material rodante ferroviario. Gerencia de Seguridad en el Transporte. Comisión Nacional de Regulación del Transporte (2013).

Cantero, J.; Seijo, G. y Roca, N. (2010) Los senderos evolutivos de la confiabilidad. El caso del polo petroquímico de Bahía Blanca. Revista de Análisis Organizacional, 2(2), 59-124.

Catino, M. (2008). A review of literatura: individual blame vs. Organizational function logics in accident analysis. Journal of contingencies an crisis management, 16(1), 53-62.

Cullen, W.D. (2001). The Ladbroke Grove rail inquiry: Parts 1 and 2 Report. London, UK: HSE Books.ç

Dekker, S. (2007). Just culture: balancing safety and accountability. Aldershot, England: Ashgate Publishing Limited.

Dhillon, B. S. (2007). Human reliability and error in transportation systems. London: Springer-Verlag London Limited.

Douglas M. y Wildavsky, A. (1985). Risk and culture, USA: University of California Press.

Echebarría, K. y Mendoza, X. (1999). La especificidad de la gestión pública: el concepto de management público. En: Losada I Marrodán, C., ¿De burócratas a gerentes? Las ciencias de la gestión aplicadas a la administración del Estado. (15-46). EEUU: BID.

Ferreira, P.; Wilson, J.R.; Ryan, B. y Sharples, S. (2011). Measuring Resilience in the Planning of Rail Engineering Work. En: Hollnagel, E.; Pariès, J.; Woods, D. y Wreathall, J. (Comps.), Resilience engineering in practice: a guidebook. (145-156). Surrey, England: Ashgate Publishing Limited.

- Fontela J. (2007). Sistemas de ATP. Documento presentado en el XX Congreso Panamericano de ferrocarriles, Buenos Aires, Argentina.
- Gartner A. (2012). Estudio Sobre Centros de Transbordo Urbanos de Pasajeros en el Área Metropolitana de Buenos Aires. Buenos Aires: UTN.
- GES-002. Condiciones de compatibilidad y seguridad que deben satisfacer las locomotoras de línea de los ferrocarriles de jurisdicción nacional, Comisión Nacional de Transporte Ferroviario, (1995).
- Gutiérrez A. y Rearte J. (2012). Dossier: transporte y moviidades en ciudades intermedias de Argentina. Revista Transporte y Territorio N° 7. Universidad de Buenos Aires (1-8).
- Hale, A. & Heijer T. (2006). Is Resilience Really Necessary? The Case of Railways. En: Hollnagel, E.; Woods, D. y Leveson, N. (Comps.), Resilience engineering: concepts and precepts (125-147). Aldershot, England: Ashgate Publishing Limited.
- Heinrich, H., Petersen, D. y Ross, N. (1980). Industrial Accident Prevention: a safety management approach, Nueva York: Mc Graw Hill.
- Kletz, T. (2001). Learning from accidents. 3rd Ed. Oxford: Butterworth-Heinemann - Gulf Professional Publishing.
- La Porte, T. y Consolini, P. (1991). Working in practice but not in theory: theoretical challenges of "High-reliability organizations". Journal of Public Administration Research and Theory, 1(1), 19-47.
- Ley N° 2873. Ley General de Ferrocarriles Argentinos. Secretaría de Transporte (1981).
- Law, J. (2000). Ladbroke grove, or how to think failing systems. Recuperado el 3 de Mayo de 2012, <http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/soc055jl.html>
- Mayntz R. & Hughes T. (1988) (ed) The development of large technical systems, Colorado: Campus Verlag.
- Pañero Huerga, J. Actuaciones para el aumento de capacidad en líneas ferroviarias [en línea] Madrid: Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. [Fecha de consulta: julio 2014]. Disponible en: http://www.ciccp.es/biblio_digital/V_Congreso/congreso/pdf/010307.pdf
- Perpinya, X. (2012). Reliability and Safety in Railway. Rijeka, Croatia: InTech.
- Perrow, Ch. (1984). Normal Accidents: living with high-risk technologies. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.
- Perrow, Ch. (2002). Organizing America: wealth, Power and the Origins of de American Capitalism, New Jersey: Princenton University Press.
- Reason, J. (1993). L'erreur humaine. Paris: Presses Universitaires de France, Collection Le Travail Humain.
- Reinach, S. y Viale, A. (2006). Application of a human error framework to conduct train accident/incident investigations. Accident Analysis & Prevention, 38, 396-406.
- Resolución 16/12. Verificación de los controles realizados por la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT). Gerencia de Entes Reguladores y Privatizaciones - Departamento de Control del Sector Transporte. Auditoría General de la Nación (2012)
- Resolución 174/14. Sistema registrador de eventos. Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) (2014).
- Resolución 404/13. Protocolo de Evaluación del Centro de Recepción de Personal a Controlar y de Evaluación Aleatoria de Personal

Operativo para el área metropolitana de Buenos Aires. Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT) (2013).

Roe, E. y Schulman, P. (2008). High reliability management: operating on the edge. Stanford, CA.: Stanford University Press.

Rozemberg, A. (2010) Temas de explotación ferroviaria, Buenos Aires: Editorial Dunken.

Reglamento Interno Técnico Operativo para el gobierno de los empleados solamente, Empresa Ferrocarriles del Estado Argentino, Secretaría de Transporte, Buenos Aires (1958).

Sharit, J. (2000). A modeling framework for exposing risks in complex systems. *Risk analysis*, 20(4), 469-482.

Vaughan, D. (1999). The dark side of organizations: mistake, misconduct, and disaster. *Annual Reviews Sociologic*, 25, 271-305.

Whittingham, R. (2004). The blame machine: why human error causes accidents. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.

Wilson, J. y Norris, B. (2005). Rail human factors: Past, present and future. *Applied Ergonomics*, 36, 649–660.