DESIGN COMPORTAMENTAL EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS: EVIDÊNCIAS DE UMA INTERVENÇÃO-PILOTO NO TRANSPORTE PÚBLICO DE MASSA DE BOGOTÁ

BEHAVIORAL DESIGN IN SOCIOTECHNICAL SYSTEMS: EVIDENCE FROM A PILOT INTERVENTION IN BOGOTÁ'S MASS PUBLIC TRANSPORT

KEVIN SEBASTIÁN DUARTE CANTOR
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

JUAN CAMILO CONTO CAMPIS
UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Comunicação:
O XIV SINGEP foi realizado em conjunto com a 14th Conferência Internacional do CIK (CYRUS Institute of Knowledge) e com a SPARK (Society for Promoting Academic Research and Knowledge), em formato híbrido, com sede presencial na UNINOVE - Universidade Nove de Julho, no Brasil.

Agradecimento à orgão de fomento:
It gives organizations a co-funded B2B model that generates measurable evidence for preventive compliance with road-safety plans. It mitigates commuting risk and improves coexistence, aligning with SDG 11.

DESIGN COMPORTAMENTAL EM SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS: EVIDÊNCIAS DE UMA INTERVENÇÃO-PILOTO NO TRANSPORTE PÚBLICO DE MASSA DE BOGOTÁ

Objetivo do estudo
Desenhar e validar um sistema produto-serviço de intervenção comportamental que melhore a distribuição espacial e as dinâmicas de fluxo de passageiros no serviço troncal Calle 26 do transporte público de massa de Bogotá em condições de alta congestão.

Relevância/originalidade
Articula as ciências comportamentais em um campo pouco explorado: os sistemas sociotécnicos; além disso, consolida uma metodologia que permite explorar e compreender, por meio de convergências e divergências, problemas em sistemas complexos

Metodologia/abordagem
O estudo adota a metodologia de Design Science Research (Hevner et al., 2004; Peffers et al., 2007), orientada à construção e avaliação de artefatos que resolvem problemas em contextos complexos, articulada com um ciclo de pesquisa-ação.

Principais resultados
O desenvolvimento metodológico transformou um problema comportamental complexo em um processo mensurável e replicável. A solução reduziu 30% o tempo de troca, 57,1% as colisões e 50% os bloqueios das portas, aumentando a adoção para 75% sem modificar significativamente a infraestrutura existente.

Contribuições teóricas/metodológicas
Propõe uma metodologia que integra ADKAR, limiares de Granovetter e processamento do Sistema 1 em um artefato mensurável e replicável, oferecendo à pesquisa em inovação um protocolo de avaliação comportamental para problemas complexos em sistemas sociotécnicos.

Contribuições sociais/para a gestão
Oferece às organizações um modelo B2B cofinanciado que gera evidência mensurável para o cumprimento preventivo de planos de segurança viária. Reduz o risco do trajeto casa-trabalho e melhora a convivência, alinhando-se ao ODS 11.

Palavras-chave: design comportamental, arquitetura de escolhas, transporte público, sistemas sociotécnicos

BEHAVIORAL DESIGN IN SOCIOTECHNICAL SYSTEMS: EVIDENCE FROM A PILOT INTERVENTION IN BOGOTÁ'S MASS PUBLIC TRANSPORT

Study purpose
To design and validate a behavioral intervention product-service system that improves spatial distribution and passenger flow dynamics on the Calle 26 service of Bogotá's mass public transport under high-congestion conditions.

Relevance / originality
It brings behavioral science into an underexplored field: sociotechnical systems. It also consolidates a methodology that enables the exploration and understanding of problems in complex systems through cycles of convergence and divergence.

Methodology / approach
The study applies Design Science Research (Hevner et al., 2004; Peffers et al., 2007), oriented toward building and evaluating artifacts that solve problems in complex contexts, articulated with an action-research cycle.

Main results
The methodological development transformed a complex behavioral problem into a measurable and replicable process. The solution reduced passenger exchange time by 30%, collisions by 57.1%, and door blockages by 50%, increasing adoption to 75% without modifying the infrastructure.

Theoretical / methodological contributions
The methodological development showed that articulating complex problem-solving methods, conceptual frameworks and context-modifying mechanisms turns a diffuse behavioral problem into a measurable, replicable process.

Social / management contributions
It proposes a methodology integrating ADKAR, Granovetter's thresholds and System 1 processing into a measurable, replicable artifact, offering innovation research a behavioral evaluation protocol for complex problems in sociotechnical systems.

Keywords: behavioral design, choice architecture, public transport, sociotechnical systems

DISEÑO CONDUCTUAL EN SISTEMAS SOCIOTÉCNICOS: EVIDENCIA DE UNA INTERVENCIÓN PILOTO EN EL TRANSPORTE PÚBLICO MASIVO DE BOGOTÁ

1 introducción

La transición hacia sistemas de transporte multimodal en las ciudades latinoamericanas plantea desafíos que trascienden los aspectos de infraestructura y técnicos, e involucran dinámicas sociales, culturales y comportamentales complejas, entendiendo que esto no es un "fenómeno plano" (Dávila, 2013). Bogotá constituye un caso límite de esta tensión: su sistema de transporte masivo moviliza diariamente a más de cuatro millones de personas (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2024b), la ciudad concentra el 47,9 % de los viajes realizados en los sistemas integrados de transporte del país (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2025) y el transporte público representa el 35 % de los desplazamientos urbanos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2024a). La magnitud del fenómeno tiene además un impacto económico directo: en 2019 se estimó una pérdida equivalente al 4,37 % del producto interno bruto asociado a la congestión vial (Departamento Nacional de Planeación [DNP], 2021).

Sobre esa escala opera un problema de naturaleza distinta a la infraestructural. Dentro del sistema masivo de transporte de Bogotá persisten conductas inadecuadas y normalizadas, no permitir el descenso antes del ingreso y la aglomeración en las puertas, que generan retrasos sistemáticos en los tiempos de parada, disminuyen la capacidad efectiva de los vehículos y aumentan la probabilidad de conflictos entre usuarios. Estas conductas no son marginales ni anecdóticas: constituyen la normalidad; lo cual demuestra porque una infraestructura técnicamente suficiente rinde por debajo de su capacidad nominal.

La literatura y la práctica han abordado estos desafíos predominantemente desde dos frentes: la ampliación de infraestructura y la regulación acompañada de campañas pedagógicas. Ambos frentes comparten un supuesto implícito de racionalidad deliberativa del usuario y, en consecuencia, muestran una efectividad limitada frente a conductas que se ejecutan de manera automática en contextos de alta densidad y decisión rápida. Un tercer frente, es el diseño del contexto de decisión, que ha sido explorado con menor intensidad en movilidad, pese a su desarrollo consolidado en economía comportamental.

Existe, sin embargo, una brecha adicional y menos discutida: la de la responsabilidad y la financiación. Al respecto, se define como intervención conductual a la modificación deliberada del contexto de decisión —físico, informacional o social— diseñada para influir en las elecciones de las personas. Este concepto se fundamenta en la arquitectura de decisiones propuesta por Thaler y Sunstein (2008) y en el estudio de los sesgos cognitivos (Kahneman, 2011). No obstante, para que dicha intervención resulte efectiva, se debe responder la pregunta sobre qué actor la promueve, la sostiene y la escala cuando el sistema intervenido es un bien público de gestión fragmentada.

Este trabajo propone que ese actor pueden ser las organizaciones, actuando de manera intercoporativa sobre un espacio que le es funcionalmente relevante pero jurídicamente ajeno: el trayecto in itinere de sus colaboradores. El marco regulatorio colombiano ofrece los términos necesarios para ello, al promover hábitos y conductas seguras en la vía como responsabilidad colectiva (Ley 1503 de 2011), articular la seguridad vial con el sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo (Ministerio de Transporte, 2022) y disponer servicios de promoción y prevención dentro del Sistema General de Riesgos Laborales (Ley 1562 de 2012, art. 11).

En consecuencia, la pregunta que orienta esta investigación es la siguiente: ¿cómo se puede diseñar e implementar una intervención conductual que modifique de manera medible las dinámicas de flujo en un sistema de transporte masivo sin alterar su infraestructura? El objetivo del estudio es diseñar y validar empíricamente un sistema producto-servicio de

intervención conductual orientado a mejorar la distribución espacial y las dinámicas de flujo dentro del sistema de transporte público de Bogotá, y evaluar su viabilidad como innovación organizacional replicable en escenarios de alta congestión.

El documento se organiza en cinco secciones. Tras esta introducción, la segunda sección desarrolla el marco teórico que articula arquitectura de decisiones, modelos de adopción del cambio e interrelacionamiento corporativo. La tercera describe el diseño metodológico y los instrumentos de medición. La cuarta presenta y discute los resultados del piloto. La quinta expone las conclusiones, las limitaciones del estudio y una agenda de investigación futura.

2 Marco teórico

2.1 Procesamiento automático y arquitectura de decisiones

Kahneman (2011) distingue dos modos de pensamiento: el Sistema 1 (visceral), de carácter emocional y automático, con respuestas inmediatas y escasa reflexión, y el Sistema 2 (cerebral), lento, analítico y deliberativo. La interacción cotidiana con el transporte público se construye sobre hábitos y, por ello, se ejecuta mayoritariamente desde el Sistema 1: responder a un empujón o desatender una fila son acciones que se originan en ese nivel automático. La primera interacción con el sistema suele necesitar al Sistema 2, pues implica aprendizaje y adaptación, pero la repetición desplaza progresivamente la decisión hacia el modo automático.

Esta constatación tiene una consecuencia de diseño precisa: las intervenciones que exigen lectura, deliberación o memorización operan sobre el sistema equivocado. La economía comportamental propone en cambio actuar sobre el contexto de la decisión. Thaler y Sunstein (2008) formalizan esta idea mediante el concepto de nudge, entendido como una modificación sutil de la arquitectura de decisiones que orienta el comportamiento preservando la libertad de elección; su criterio de admisibilidad es exigente, pues un nudge debe ser barato y fácil de corresponder. El caso documentado por Evans-Pritchard (2013) sobre la figura grabada en los urinarios ilustra el mecanismo: una señal mínima, procesada sin esfuerzo, reorganiza una conducta sin instrucción ni sanción.

Bogotá aporta, además, un antecedente institucional relevante. Las administraciones de la década de 1990 orientadas a la cultura ciudadana (lideradas por Antanas Mockus) desplazaron el control del comportamiento desde el castigo normativo hacia la pedagogía simbólica y el reconocimiento social, con impactos positivos en la convivencia urbana (Hunt, 2015). Este caso demostró que la conducta es diseñable: un principio central del diseño conductual, el cual sostiene que las elecciones individuales y colectivas están moldeadas por el contexto en el que ocurren y que, por ende, es posible intervenir deliberadamente en la arquitectura del entorno para promover hábitos sostenibles (Thaler & Sunstein, 2008). No obstante, el antecedente evidencia también que la efectividad de estos entornos diseñados se erosiona progresivamente cuando el refuerzo institucional y social no se mantiene de manera continua.

2.2 Adopción del cambio: secuencia individual y umbrales colectivos

Al diseñar el entorno se busca como activar una conducta; sin embargo, para lograr adopción se requiere un modelo del proceso de cambio. El modelo ADKAR (Hiatt, 2006) plantea que el cambio conductual se produce mediante una secuencia individual —conciencia, deseo, conocimiento, habilidad y refuerzo— que, al escalar, puede generar transformaciones colectivas. Dicha metodología fue utilizada mayoritariamente en el proceso de pilotaje. Cada etapa admite entregables verificables y distintos, de modo que una intervención puede auditarse por cobertura de etapas y no solo por intención comunicativa.

La dimensión colectiva se aborda mediante los modelos de umbral de Granovetter (1978), según los cuales el comportamiento agregado emerge cuando un número suficiente de individuos adopta una conducta, generando efectos de contagio y normalización. En un vehículo de transporte masivo esta lógica es particularmente pertinente, pues la conducta de cada usuario es simultáneamente señal y restricción para los demás. De la articulación de ambos marcos se desprende un criterio de diseño: la intervención debe cubrir las cinco etapas de ADKAR y, a la vez, hacer visible la conducta funcional para que opere el mecanismo de umbral.

Finalmente, el objeto intervenido no es un artefacto aislado sino un sistema sociotécnico, en el que artefactos, normas, actores y tecnologías se determinan mutuamente (Geels, 2004). Lo anterior, nos aleja de proponer las soluciones puntuales y sugiere la necesidad de una intervención en capas —física, informacional y de servicio— cuya eficacia depende de su coherencia recíproca.

2.3 Trabajo intercoporativo y frontera organizacional extendida

Este trabajo propone extender la unidad de análisis interna: procesos, unidades o mercados de la propia organización. hacia lo que aquí se denomina frontera organizacional extendida: aquellos contextos que la organización no controla ni posee, pero que determinan de manera directa el bienestar, el riesgo y el desempeño de sus colaboradores. El trayecto entre el hogar y el lugar de trabajo constituye un caso paradigmático. Se trata de un espacio público, gestionado por terceros, en el que sin embargo se materializan riesgos que la organización debe gestionar y sobre los que existe una obligación normativa de promoción y prevención.

Bajo este encuadre, la intervención conductual deja de ser una campaña de responsabilidad social y se configura como una innovación organizacional de base intercorporativa, con tres rasgos característicos. Primero, la organización actúa como agente innovador fuera de su frontera, movilizando recursos propios y de terceros hacia un sistema que no administra. Segundo, la iniciativa se estructura como un sistema producto-servicio (Tukker, 2004), donde el valor no reside en el artefacto físico sino en la combinación de elementos físicos, informacionales y de servicio junto con la evidencia que genera. Tercero, el mecanismo de captura de valor es indirecto y compartido: reducción de riesgo, cumplimiento normativo preventivo, evidencia auditable y reputación, distribuidos entre la empresa, la aseguradora de riesgos laborales y el operador del sistema.

De lo anterior se derivan las dos proposiciones que guían el estudio empírico. P1: una intervención conductual que cubra las cinco etapas de ADKAR y opere sobre el Sistema 1 produce mejoras medibles en indicadores operativos de flujo sin modificar la infraestructura existente. P2: la viabilidad de escalamiento de dicha intervención depende menos de su costo unitario que de la existencia de un esquema de cofinanciación que alinee los incentivos de la organización empleadora, la aseguradora de riesgos laborales y el operador.

3 Materiales y métodos

3.1 Diseño de investigación

El estudio adopta una estrategia aplicando la metodología de Investigación en Ciencia del Diseño (Design Science Research - DSR) (Hevner et al., 2004; Peffers et al., 2007), orientada a la construcción y evaluación de artefactos que resuelven problemas con contextos complejos, articulada con un ciclo de investigación-acción. Esta elección responde a la naturaleza del objeto: no se trata de describir un fenómeno preexistente sino de producir una intervención y someterla a evaluación en condiciones reales de operación. Los tres componentes del diseño son, en consecuencia, el problema contexto (conductas que degradan el flujo en sistemas de alta densidad), el artefacto (el sistema producto-servicio denominado

ritual del flujo) y la evaluación (medición de indicadores operativos antes y después de la instanciación).

El enfoque es predominantemente cualitativo en las fases de comprensión y diseño, e incorpora medición cuantitativa observacional en la fase de evaluación. Se reconoce que los problemas abordados no son lineales ni exclusivamente técnicos, sino que emergen de interacciones sociales, institucionales y comportamentales, por lo que el proceso adopta una lógica iterativa, participativa y basada en evidencia.

3.2 Contexto y unidad de análisis

El estudio se desarrolla en el sistema de transporte masivo de Bogotá, específicamente en buses articulados del componente troncal. La unidad de observación para la evaluación es el ciclo de intercambio de pasajeros en puerta, definido como el intervalo comprendido entre la apertura y el cierre de las puertas de servicio en una parada. La instanciación del artefacto se realizó en el corredor troncal de la Calle 26, en la ruta J23 y estaciones asociadas a esta ruta. (**Número total de ciclos observados**: 6, **Nombre de las estaciones**: Ricaurte, San Façon - Carrera 22, Avenida Jiménez, Museo del Oro, Las Aguas - Centro Colombo Americano, Portal El Dorado, Modelia, Normandía, Avenida Rojas, El Tiempo – Maloka, Salitre - El Greco, Gobernación, CAN, Quinta Paredes, Recinto Ferial, **Fecha del trabajo de campo:** 8/Junio/ 2026 **Franjas horarias**: (5pm /11am), **Número de observadores**: 2)

3.3 Fases del proceso, instrumentos y participantes

El proceso se estructuró siguiendo un modelo de triple diamante (Design Council, 2005; Marin-Garcia et al., 2020), que extiende el doble diamante clásico con un ciclo adicional de profundización en la definición del problema. Las seis fases resultantes combinan procesos de divergencia y convergencia: comprensión del contexto, identificación y priorización de actores, definición del problema, delimitación del alcance, análisis de necesidades y conductas, y diseño colaborativo de la intervención.

Los instrumentos de recolección incluyeron el análisis de estadísticas oficiales y la elaboración de un mapa de calor de ansiedad, basado en la georreferenciación de la distribución espacial interna del vehículo (layout) a partir de diarios de incidentes críticos, un protocolo de observación no participante en contexto, entrevistas semiestructuradas y un taller de concreción. En este último participaron doce personas de entornos profesionales diversos; el registro de aportes muestra que ninguna persona contribuyó con más del 26 % de las ideas incorporadas y que cada capa de la propuesta final integra contribuciones de al menos tres fuentes distintas, lo que documenta el carácter efectivamente colectivo del resultado.

La depuración de alternativas se realizó mediante cuatro requerimientos y cuatro determinantes derivados del análisis de contexto y del marco regulatorio aplicable, presentados en la Tabla 1. Estos criterios operaron como filtros explícitos de selección de propuestas, priorizando además aquellas que permitieran obtener valores cuantificables para su posterior evaluación.

Tabla 1. Requerimientos y determinantes de diseño de la intervención

Tipo	Criterio	Definición operativa
Requerimiento	**Cambio conductual**	Capacidad de la intervención para modificar hábitos, actitudes o patrones de comportamiento en la población objetivo.
Requerimiento	**Intuitividad**	Grado en que la intervención se usa o comprende de manera natural, sin instrucciones complejas ni aprendizaje previo.

Tipo	Criterio	Definición operativa
Requerimiento	**Legibilidad**	Facilidad con que el mensaje o la señal se lee, entiende y procesa sin esfuerzo adicional.
Requerimiento	**Didáctica**	Capacidad de facilitar el aprendizaje, la comprensión y la retención de la información.
Determinante	**Viabilidad**	La solución debe ser viable para el modelo de negocio de las organizaciones cofinanciadoras.
Determinante	**Integración social**	Debe permitir el reconocimiento de la organización como integrador social.
Determinante	**Responsabilidad civil**	Debe incentivar la corresponsabilidad de todos los actores involucrados.
Determinante	**Cumplimiento de parámetros**	Debe respetar las restricciones estructurales y físicas del vehículo y la normativa de uso del espacio interior.

Nota. Elaboración propia a partir del análisis de contexto y del marco regulatorio aplicable en materia de seguridad vial y salud en el trabajo.

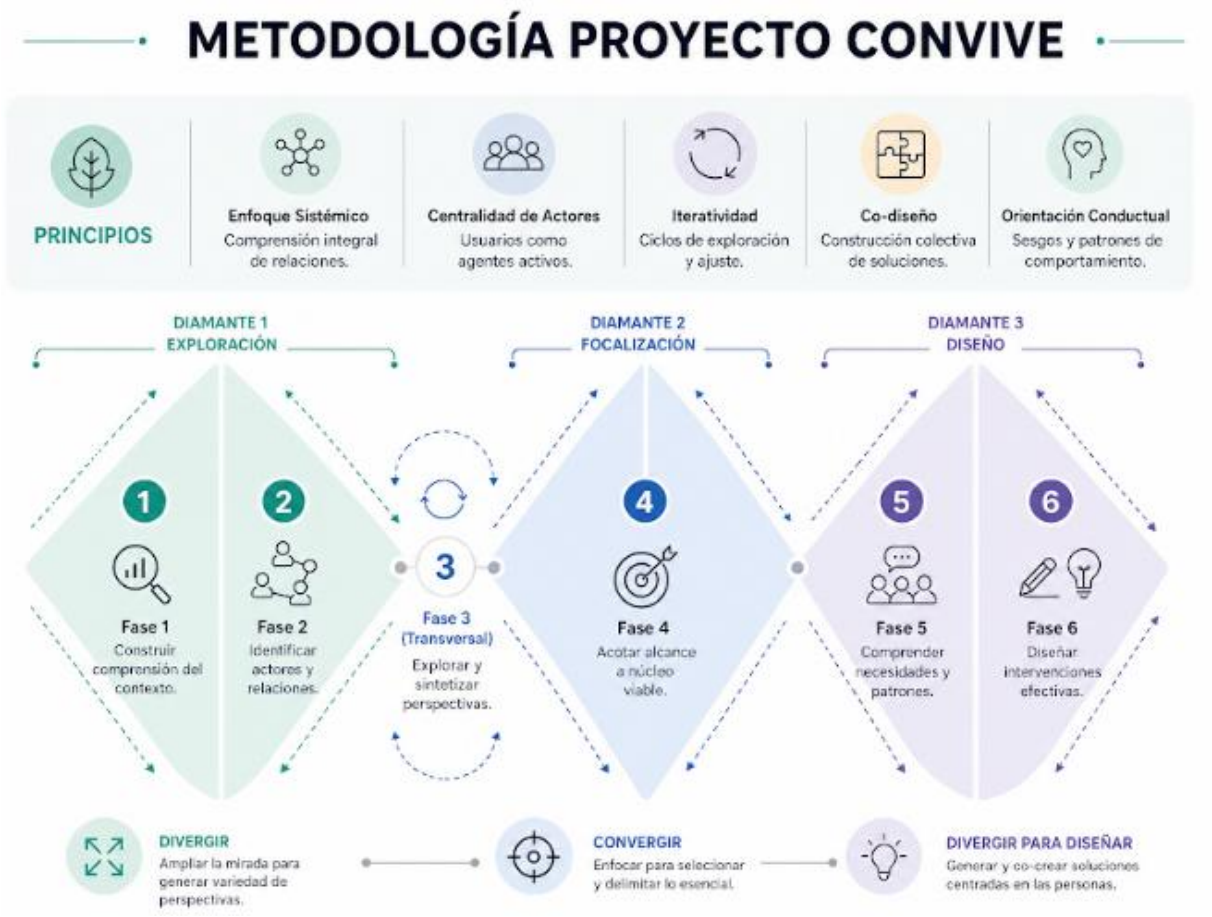


Figura 1. Estructura metodológica del proceso de intervención.

Nota. La figura organiza el proceso en tres diamantes: exploración del sistema, definición del problema y diseño de intervenciones conductuales, articulados mediante un enfoque iterativo y centrado en actores. Elaboración propia con apoyo de herramientas de inteligencia artificial para la representación gráfica; ver nota final 1.

3.4 Evaluación del artefacto

La evaluación combinó dos protocolos. El primero, de legibilidad, consistió en pruebas de comprensión en cinco segundos aplicadas individualmente a siete participantes, en las que se verificó si el mensaje de cada pieza gráfica se comprendía sin instrucción previa y si existía asociación colectiva entre los colores empleados y los conceptos de ingreso y salida. El segundo, de desempeño operativo, midió cuatro indicadores observables en condiciones reales: tiempo de intercambio de pasajeros, colisiones entre usuarios, bloqueos de puerta y nivel de adopción de la conducta esperada. Estos indicadores se registraron en una línea base previa a la intervención y se replicaron tras la instanciación del artefacto, permitiendo una comparación pre/post de carácter cuasiexperimental.

4 Análisis de resultados y discusión

4.1 Focalización conductual

El análisis del sistema permitió categorizar las conductas problemáticas en cuatro grupos: conductas contra la sostenibilidad financiera, contra la convivencia y el respeto, contra la seguridad personal y contra la infraestructura. La aplicación de los criterios de alcance, criticidad y relación con la solución condujo a focalizar la intervención en dos conductas del segundo grupo, por su alta frecuencia, su medibilidad directa y su efecto documentado sobre la eficiencia operativa: no permitir el descenso antes del ingreso (conducta 1) y la aglomeración en puertas (conducta 2).

Un aprendizaje temprano del proceso iterativo resultó determinante para el diseño posterior: la señalización aislada es insuficiente para resolver problemas complejos de comportamiento. Esta constatación motivó el paso a un diseño en capas —física, informacional y de servicio— coherente con la naturaleza sociotécnica del sistema intervenido.

4.2 El artefacto: el ritual del flujo

La solución integrada, denominada ritual del flujo, se estructuró como una arquitectura de intervención organizada en las cinco dimensiones del modelo ADKAR, cada una desarrollada mediante entregables físicos, informacionales y de servicio. La dimensión de conciencia capta la atención mediante señales inmediatas del comportamiento esperado; la de deseo activa la motivación a partir de normas sociales y reconocimiento; la de conocimiento aporta claridad sobre la acción esperada mediante la organización del espacio en carriles de entrada y salida; la de habilidad reduce fricciones mediante corredores libres y zonas de pre-descenso; y la de refuerzo sostiene la conducta mediante recordatorios visuales, señales auditivas y mecanismos de reconocimiento social.

El conjunto opera como un sistema de nudges que actúan de manera simultánea sobre dimensiones perceptuales, cognitivas, sociales y operativas. A través de la repetición y la coherencia de las señales, el modelo construye una secuencia estructurada de estímulos que orienta el comportamiento hacia patrones más eficientes, lo que justifica la denominación de ritual.

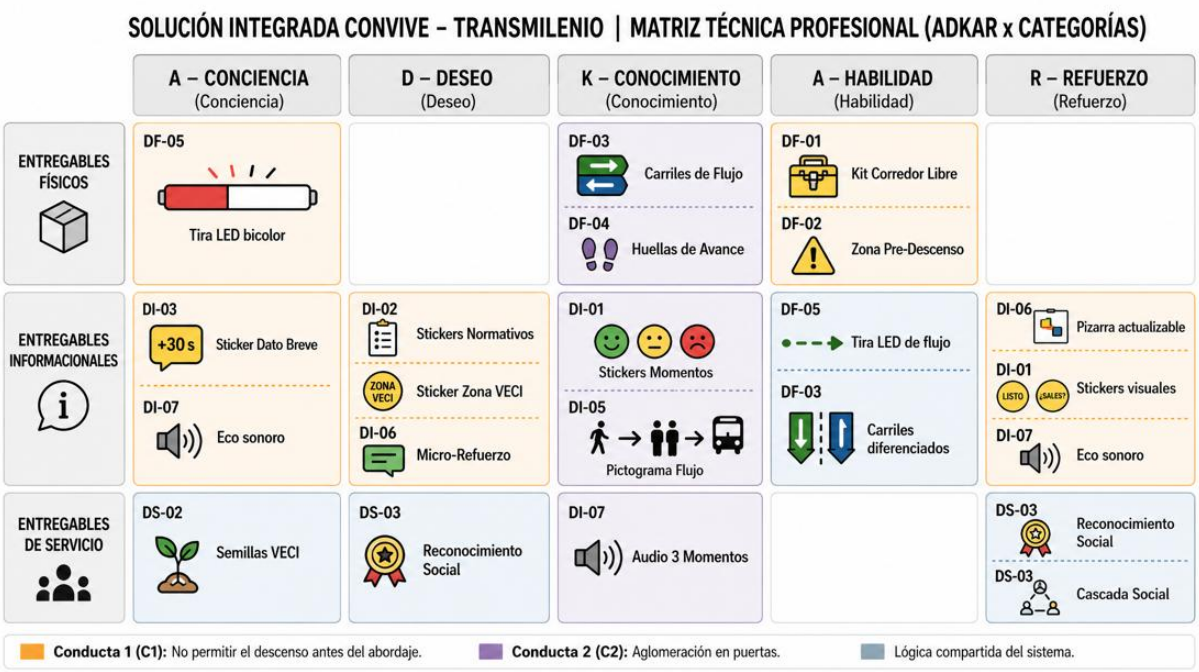


Figura 2. Arquitectura del ritual del flujo según las cinco dimensiones del modelo ADKAR.
Nota. Se detallan los entregables físicos, informacionales y de servicio diseñados para intervenir las dos conductas críticas identificadas. Elaboración propia con apoyo de herramientas de inteligencia artificial para la representación gráfica; ver nota final 1.

Las piezas que materializan el sistema responden cada una a una lógica conductual explícita. La señalización horizontal de carriles diferenciados (DF-03) aprovecha la separación espacial como arquitectura de decisión, de modo que el usuario interpreta la organización mediante su desplazamiento físico y no mediante procesamiento consciente. Los adhesivos secuenciales en puertas (DI-01) reutilizan códigos visuales ampliamente reconocidos, como la iconografía de los semáforos peatonales, reduciendo la carga cognitiva del abordaje. Las pisadas adhesivas en el pasillo central (DF-04) funcionan como guía implícita de recorrido. La cinta delimitadora de corredor libre (DF-01) hace explícita la función del espacio mediante un mensaje de registro coloquial. Finalmente, la pieza comparativa de escenarios (DI-05) comunica el comportamiento esperado apoyándose en el reconocimiento inmediato de patrones.



Figura 3. Piezas físicas e informacionales que componen el ritual del flujo.
Nota. Cada pieza responde a una lógica conductual diferenciada y opera de forma complementaria dentro del sistema. Elaboración propia.

4.3 Legibilidad y comprensión de las piezas

Los resultados del protocolo de comprensión en cinco segundos se presentan en la Tabla 2. Las piezas superaron los umbrales definidos como requerimiento de diseño en las cinco pruebas aplicadas.

Tabla 2. Resultados del protocolo de comprensión en cinco segundos (n = 7)

Pieza evaluada	Indicador	Meta	Resultado	Evaluación
Stickers secuenciales en puertas	Secuencia correcta en 1.ª interacción	≥ 85 %	86 % (6/7)	Cumple
Stickers secuenciales en puertas	Asociación con color (verde/rojo)	≥ 85 %	100 % (7/7)	Supera
Flechas de piso	Reconocimiento del patrón de carriles	≥ 70 %	86 % (6/7)	Supera
Huellas de avance	Seguimiento sin instrucción	≥ 60 %	100 % (7/7)	Supera

Pieza evaluada	Indicador	Meta	Resultado	Evaluación
Eco de anticipación (sonoro)	Nivel de alerta inducido	≥ 50 %	100 % (7/7)	Supera
Zona VECI	Asociación positiva (no sanción)	≥ 80 %	100 % (7/7)	Supera

Nota. Elaboración propia. Los porcentajes se reportan con su frecuencia absoluta dada la naturaleza exploratoria de la prueba.

4.4 Desempeño operativo: comparación antes y después

La Tabla 3 presenta la comparación de los cuatro indicadores operativos entre la línea base y la medición posterior a la instanciación del artefacto en el corredor troncal.

Tabla 3. Indicadores operativos antes y después de la intervención

Indicador	Línea base	Post-intervención	Variación
Tiempo de intercambio de pasajeros	20 segundos	14 segundos	**−30,0 %**
Colisiones entre usuarios	7 colisiones	3 colisiones	**−57,1 %**
Bloqueos de puerta	8 bloqueos	4 bloqueos	**−50,0 %**
Nivel de adopción	30 %	75 %	**+45 p.p.**

Nota. Valores promedio por ciclo de intercambio en puerta. Elaboración propia.

Los resultados evidencian mejoras en los cuatro indicadores evaluados y respaldan la proposición P1. Junto a las variaciones cuantitativas se observó un reconocimiento colectivo de los colores, símbolos y señales implementados. Este hallazgo se manifestó de manera particularmente clara en los usuarios más jóvenes, quienes identificaban y explicaban de forma espontánea el orden esperado de circulación, lo que sugiere que la intervención opera además como dispositivo de transmisión social de la norma, coherente con el mecanismo de umbral descrito por Granovetter (1978).



Figura 4. Instanciación del artefacto en condiciones reales de operación.
Nota. Registro del piloto en el corredor troncal. Elaboración propia.

4.5 Discusión: del artefacto al modelo de escalamiento

La contribución del estudio no se agota en la eficacia del artefacto. El análisis del proceso muestra que el principal obstáculo para su sostenibilidad no es técnico ni económico, sino de alineación de incentivos. El costo unitario de la intervención es bajo y no exige transformaciones de infraestructura; sin embargo, el beneficio se distribuye entre actores que no coinciden con quien asume el costo, configurando un problema clásico de provisión de bienes colectivos.

El esquema de cofinanciación propuesto responde a esa asimetría. Bajo un modelo B2B, la organización empleadora financia materiales y operación del piloto y recibe evidencia auditable y reconocimiento público; la aseguradora de riesgos laborales actúa como cofinanciador estratégico, aportando capacidad técnica, gobernanza y recursos en especie con fundamento en el artículo 11 de la Ley 1562 de 2012; y el operador del sistema obtiene mejoras de desempeño sin inversión en infraestructura. La estructura progresiva de diagnóstico, piloto con reporte de impacto y certificación periódica permite que cada actor verifique el retorno antes de comprometer recursos adicionales, lo que respalda la proposición P2.

Este arreglo institucional es, en sentido estricto, el objeto Intercorporativo del estudio: no una unidad de negocio nueva, sino la extensión del ámbito de innovación de la organización hacia un sistema que no controla. La evidencia sugiere que las áreas de seguridad y salud en el trabajo, tradicionalmente concebidas como funciones de cumplimiento, pueden operar como promotoras de innovación cuando disponen de artefactos evaluables y de un protocolo de medición que traduzca la conducta en indicadores comparables.

5 Conclusiones y consideraciones finales

El estudio diseñó y evaluó un sistema producto-servicio de intervención conductual para un sistema de transporte masivo, obteniendo reducciones del 30 % en el tiempo de intercambio de pasajeros, del 57,1 % en las colisiones entre usuarios y del 50 % en los bloqueos de puerta, con un incremento del nivel de adopción del 30 % al 75 %. Estos resultados se alcanzaron sin modificar la infraestructura existente, lo que sostiene la tesis de que diseñar transporte implica también diseñar conductas.

Desde el punto de vista teórico, el trabajo aporta la articulación operativa de tres marcos habitualmente tratados por separado —arquitectura de decisiones, secuencia ADKAR y umbrales de adopción colectiva— en un artefacto evaluable mediante indicadores observables. Desde el punto de vista de la investigación en innovación y emprendimiento, propone la noción de frontera organizacional extendida como espacio legítimo de actividad Intercorporativa, y muestra empíricamente que una función de cumplimiento normativo puede reconvertirse en agente de innovación cuando dispone de evidencia medible.

Para la gestión, las implicaciones son tres. Primera, el cambio comportamental no se logra de manera inmediata ni mediante un único mecanismo: requiere procesos de construcción y refuerzo sostenidos en el tiempo. Segunda, las organizaciones tienen responsabilidad sobre el bienestar de sus trabajadores incluso en contextos in itinere, dado que la experiencia de desplazamiento repercute en el desempeño y en las actividades diarias. Tercera, la viabilidad de escalamiento depende críticamente del diseño del arreglo de cofinanciación, y no solo de la calidad del artefacto.

5.1 Limitaciones y agenda de investigación

Los resultados deben interpretarse con cautela por cuatro razones. Primera, el diseño de evaluación no incluyó grupo de control, por lo que no puede descartarse que parte del efecto observado obedezca a la novedad del estímulo o a la presencia de observadores. Segunda, la medición se realizó en un horizonte temporal corto, lo que impide verificar la persistencia del

cambio; esta limitación es especialmente relevante dado que el propio marco teórico sostiene que el refuerzo sostenido es condición del cambio duradero. Tercera, la instanciación se circunscribió a un único corredor troncal, de modo que la validez externa hacia otros corredores, sistemas o ciudades permanece por establecer. Cuarta, las pruebas de legibilidad se aplicaron a una muestra reducida de siete participantes, por lo que constituyen una prueba de concepto exploratoria y no una estimación poblacional; asimismo, el equipo de diseño y el de evaluación no fueron independientes.

De estas limitaciones se desprende una agenda de investigación futura: evaluaciones con diseño experimental y grupo de control; mediciones longitudinales que estimen la tasa de decaimiento del efecto y el refuerzo mínimo necesario para sostenerlo; réplicas en corredores y sistemas con configuraciones distintas para identificar condiciones de frontera; y estudio comparado de arreglos de cofinanciación que permita determinar bajo qué condiciones institucionales el trabajo en conjunto de las organizaciones resulta sostenible.

Notas finales

1. El uso de herramientas de inteligencia artificial generativa se limitó a la elaboración de recursos visuales auxiliares (figuras) y de una tabla comparativa, a partir de información previamente definida, validada y consensuada por los autores. La redacción, estructuración, análisis e interpretación del contenido fueron elaborados íntegramente por los autores, quienes asumen la responsabilidad sobre su rigor y originalidad.

2. Los instrumentos de medición empleados —mapa de calor de ansiedad, protocolo de observación en contexto, mapas de actores y protocolo de comprensión en cinco segundos— están disponibles bajo solicitud a los autores.

Referencias

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2024a, 5 de junio). Encuesta de Movilidad: en Bogotá el 70 % de viajes son en modos sostenibles. https://bogota.gov.co

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2024b, 10 de septiembre). Más de 4 millones de personas se benefician con TransMilenio en Bogotá. https://bogota.gov.co

Antoncic, B., & Hisrich, R. D. (2001). Intrapreneurship: Construct refinement and cross-cultural validation. Journal of Business Venturing, 16(5), 495–527.

Burgelman, R. A. (1983). A process model of internal corporate venturing in the diversified major firm. Administrative Science Quarterly, 28(2), 223–244.

Congreso de la República de Colombia. (2011, 29 de diciembre). Ley 1503 de 2011. Diario Oficial No. 48.298.

Congreso de la República de Colombia. (2012, 11 de julio). Ley 1562 de 2012. Diario Oficial No. 48.488.

Consejo Nacional de Política Económica y Social & Departamento Nacional de Planeación. (2021). Documento CONPES 4034. DNP.

Dávila, J. D. (2012). Nuevos transportes y movilidad urbana. Bitácora Urbano Territorial, 21(2), 58–60.

Dávila, J. D. (Comp.). (2013). *Movilidad urbana y pobreza: Aprendizajes de Medellín y Soacha, Colombia*. Development Planning Unit, UCL / Universidad Nacional de Colombia.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2025, 14 de mayo). Encuesta de Transporte Urbano de Pasajeros (ETUP): I trimestre de 2025. DANE.

Design Council. (2005). The design process: What is the double diamond? Design Council. 5.

Evans-Pritchard, B. (2013). Aiming to reduce cleaning costs. Works That Work, 1. https://worksthatwork.com/1/urinal-fly

Geels, F. W. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. Research Policy, 33(6–7), 897–920.

Granovetter, M. (1978). Threshold models of collective behavior. American Journal of Sociology, 83(6), 1420–1443.

Hevner, A. R., March, S. T., Park, J., & Ram, S. (2004). Design science in information systems research. MIS Quarterly, 28(1), 75–105.

Hiatt, J. M. (2006). ADKAR: A model for change in business, government and our community. Prosci Learning Center.

Hunt, S. L. (2015). Cultura ciudadana. Una nueva mirada al límite entre el estado y la sociedad. Íconos, 52, 119–141.

Kahneman, D. (2011). Thinking, fast and slow. Farrar, Straus and Giroux.

Kuratko, D. F., Hornsby, J. S., & Covin, J. G. (2014). Diagnosing a firm's internal environment for corporate entrepreneurship. Business Horizons, 57(1), 37–47.

Marin-Garcia, J. A., et al. (2020). Triple diamond method for problem solving and design thinking., 5.

Ministerio de Transporte. (2022). Resolución 20223040040595 de 2022. Ministerio de Transporte.

Peffers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M. A., & Chatterjee, S. (2007). A design science research methodology for information systems research. Journal of Management Information Systems, 24(3), 45–77.

Pinchot, G. (1985). Intrapreneuring: Why you don't have to leave the corporation to become an entrepreneur. Harper & Row.

Thaler, R. H., & Sunstein, C. R. (2008). Nudge: Improving decisions about health, wealth, and happiness. Yale University Press.

Tukker, A. (2004). Eight types of product-service system. Business Strategy and the Environment, 13(4), 246–260.