

RIDE INTO THE FUTURE: INTEGRANDO LOS OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE EN LA PLANIFICACIÓN DE SISTEMAS DE COMPARTICIÓN DE BICICLETAS

Fernanda de Miranda Maio, maio.fernanda@pet.coppe.ufrj.br

Mariana Marques de Moraes, mariana@coppe.ufrj.br

Gabriel Bezerra Costa de Lima, gabrielbcdelima@poli.ufrj.br

Maria Clara Silveira, mclarasilveira@poli.ufrj.br

Marcio de Almeida D'agosto, dagosto@pet.coppe.ufrj.br

Universidad Federal de Rio de Janeiro (UFRJ)

RESUMEN

La búsqueda de alternativas sostenibles y accesibles en movilidad impulsa el interés en la compartición de bicicletas. Se analizan los beneficios y desafíos de estos sistemas con y sin anclajes, basándose en los Objetivos de Desarrollo Sostenible y en el proyecto de movilidad activa Integra UFRJ, del laboratorio vivo de la Universidad Federal de Río de Janeiro. Como resultado, se ha desarrollado un *framework* estratégico para orientar a los gestores en la toma de decisiones sobre el modelo de sistema de compartición de bicicletas, empleando un enfoque integrado y colaborativo para abordar los desafíos globales de la movilidad sostenible.

Palabras clave: *movilidad urbana; sistemas de compartición de bicicletas; Objetivos de Desarrollo Sostenible*

ABSTRACT

The search for sustainable and accessible mobility alternatives drives interest in bike sharing. The benefits and challenges of these systems, with and without docking stations, are analyzed based on the Sustainable Development Goals and the Integra UFRJ active mobility project from the living lab at the Federal University of Rio de Janeiro. As a result, a strategic framework has been developed to guide managers in making decisions about bike sharing system models, using an integrated and collaborative approach to address the global challenges of sustainable mobility.

Keywords: *urban mobility; bike-sharing systems; Sustainable Development Goals*

1. INTRODUCCIÓN

Las ciudades desempeñan un papel clave debido a su relevancia y al impacto que tienen en los aspectos económicos, sociales y ambientales. En la actualidad, más de la mitad de la población mundial vive en áreas urbanas, lo que hace esencial las actividades que promuevan el desarrollo sostenible (UN-Habitat, 2022). El aumento poblacional junto con una alta tasa de urbanización ha llevado a la creación masiva de infraestructuras, un alto consumo de energía, mala calidad del aire, alto tráfico vehicular, una gestión inadecuada de los residuos y un aumento en el uso de combustibles fósiles. Para absorber a la creciente población y responder de manera adecuada a las demandas del rápido crecimiento urbano, se hace necesario considerar soluciones inteligentes que sean menos dependientes de recursos agotables y que puedan brindar mayores beneficios a la sociedad. En este sentido, se destaca la importancia del uso estratégico de la infraestructura, la mejora de la eficiencia en la utilización de recursos y servicios, así como la planificación y gestión urbana.

En este contexto, resulta imperante reestructurar las estrategias de movilidad urbana. En los últimos años, se ha observado un aumento en el desarrollo de ciudades inteligentes, las cuales promueven acciones destinadas a fomentar la transición de una movilidad mayoritariamente no activa hacia una movilidad activa y sostenible. Así, la implementación de sistemas de bicicletas compartidas se ha planteado como una forma efectiva de integración al transporte público. Desde perspectivas como la gobernanza, la administración pública, la planificación urbana, la tecnología, el medio ambiente, la cohesión social y la economía, las ciudades deben buscar mejoras que promuevan el aumento en la calidad de vida de los ciudadanos y la eficiencia de los recursos y servicios, incluyendo el transporte.

Según el monitoreo de los sistemas de bicicletas compartidas en América Latina, se ha observado que en 2019 existían más de 90 iniciativas en funcionamiento en 11 países. Brasil lidera la región con 42 sistemas en operación, seguido por Colombia y México con 18 y 15 sistemas respectivamente (Meddin y DeMaio, 2019). Estas iniciativas se concentran principalmente en ciudades con una gran población, consideradas como megaciudades con más de 1 millón de habitantes, aunque también se observa una presencia significativa en regiones con una población de entre 250 mil y 500 mil habitantes. Los sistemas de bicicletas compartidas se clasifican en dos categorías principales: con anclaje (*dock-based*) y sin anclaje (*dockless*), siendo la forma en que las bicicletas se mantienen en el sistema después de que el usuario ha terminado su viaje la principal diferencia entre ambos. La mayoría de los sistemas implementados corresponden a estaciones con anclaje, representando el 73% de los sistemas, mientras que los sistemas sin anclaje representan el 27%.

Para garantizar el éxito de los sistemas de bicicletas compartidas en entornos urbanos, es fundamental la colaboración entre los intereses de la sociedad, las instituciones académicas, las entidades gubernamentales y las empresas privadas, con el objetivo de renovar las prácticas de gestión y desarrollar proyectos urbanos complejos, lo que hace necesaria la implementación de medidas orientadas al bienestar de las comunidades (Gascó, 2017; Følstad, 2008). En Brasil, la Universidad Federal de Río de Janeiro juega un papel destacado, por lo que se ha establecido un laboratorio vivo para la implementación del proyecto Integra UFRJ, que se enfoca en la movilidad activa y sostenible a través del uso compartido de bicicletas, priorizando el punto de vista social en las medidas implementadas en el campus.

Aunque se ha observado un aumento en los proyectos de bicicletas compartidas en los campus universitarios, existe una escasez de literatura sobre el tema (Kutelaa y Teng, 2019), especialmente con relación a casos latinoamericanos (Binatti et al., 2022). Por lo tanto, con el objetivo de obtener datos que permitan el efecto multiplicador de estas iniciativas, este artículo propone una revisión bibliométrica desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y confronta los indicadores obtenidos con el proyecto práctico Integra UFRJ, con el fin de proponer directrices relacionadas con la gobernanza de la implementación de sistemas de bicicletas compartidas y la co-creación de estas estructuras con los usuarios, con el objetivo de fomentar la innovación responsable. A partir de un caso concreto, este enfoque no solo es relevante a nivel nacional en Brasil, sino que también proporciona una perspectiva para otras universidades y ciudades de América Latina al destacar la importancia de la colaboración de los actores de la cuádruple hélice contribuyendo para un futuro más sostenible, habitable y accesible en las ciudades.

2. SISTEMAS DE COMPARTICIÓN DE BICICLETAS PARA PROMOVER LA SOSTENIBILIDAD EN LAS CIUDADES

Según Crotte *et al.* (2018), la implementación de un sistema de bicicletas compartidas presenta desafíos comunes a varias ciudades, tales como: robos, depreciación de bicicletas, falta de mantenimiento eficiente y recursos para mantener el sistema en funcionamiento. Otro factor importante en la estructuración de estos proyectos es garantizar la integridad de las bicicletas y su correcto uso, teniendo en cuenta el alcance del servicio que debe ser accesible para cualquier usuario, especialmente aquellos de menor poder adquisitivo, y requieren refuerzo y mantenimiento. de seguridad en las ciclovías, con el fin de prevenir accidentes y asegurar la vida y el bienestar del usuario. El último punto, pero no menos importante, es la definición de responsabilidades asignadas a los sectores público y privado que se vinculan con los proyectos de implementación y operación de los sistemas.

El crecimiento en el número de Sistemas de Bicicletas Compartidas (SBC) ha despertado interés en sus arreglos institucionales, modelos de negocios y características operativas (Binatti et al., 2022), considerando su impacto en las ciudades. Estos se pueden categorizar en tres modelos: con muelles, sin muelles e híbridos. Los primeros cuentan con estaciones físicas, donde se anclan y bloquean las bicicletas, lo que brinda mayor previsibilidad, control y seguridad. Sin embargo, la necesidad de infraestructura física puede resultar en costos iniciales más altos y limitar la flexibilidad de acceso en áreas específicas (ITDP, 2018).

El sistema de bicicletas compartidas con anclaje requiere una adecuada elección de la ubicación de las estaciones, ya que se define a través de estaciones fijas en regiones específicas, para que la adhesión del sistema pueda garantizar un buen índice en la relación entre usuarios y la cantidad de viajes diarios. Para ello, las estaciones deberán instalarse a intervalos regulares, de acuerdo con las posibilidades de integración con los demás sistemas de transporte existentes y para solucionar los obstáculos relacionados con el desplazamiento de última milla.

Como todo proceso de implementación de sistemas de bicicletas compartidas, los que poseen estaciones fijas deben seguir un plan que contemple de forma analítica la eficacia, eficiencia y eficacia del sistema, para que se alcancen los objetivos de la operación. Así, es necesario priorizar los siguientes aspectos: (1) diseño de redes de ciclovías; (2) diseño de estaciones de bicicletas; (3)

proyecto de dimensionamiento de flota; (4) reubicar bicicletas en las estaciones; (5) gestión de la demanda estática; (6) gestión de reequilibrio; (7) gestión dinámica de la demanda.

Por otro lado, los sistemas *dockless* adoptan un enfoque descentralizado, lo que permite dejar y recoger bicicletas en diferentes puntos sin necesidad de estaciones específicas. En estos sistemas, los usuarios suelen ubicar y desbloquear las bicicletas utilizando una aplicación de computadora o teléfono móvil, y al finalizar el viaje, utilizan el sistema de bloqueo físico de la bicicleta, que puede o no existir, y señalan el fin del uso virtualmente (ITDP, 2018). Los sistemas sin estaciones pueden utilizar, de manera voluntaria o según las pautas de la ciudad, una zona de estacionamiento virtual. Aunque no es obligatorio, se alienta a los usuarios a finalizar sus viajes en estas zonas, que se diseñaron previamente para minimizar el impacto en el entorno urbano (ITDP, 2018). Este modelo ofrece una mayor flexibilidad y libertad para los usuarios, pero puede requerir un monitoreo constante y enfrentar desafíos relacionados con la distribución de las bicicletas.

Al igual que en el sistema de compartición con anclaje, al implementar un modelo sin anclaje es imprescindible abordar los siguientes aspectos: (1) diseño de redes de ciclovías; (2) diseño del tamaño de la flota; (3) reubicación de bicicletas sin anclaje; (4) gestión de la demanda estática; (5) gestión de inventario; (6) gestión de la demanda dinámica. Por lo tanto, según Shui y Szeto (2020), para ayudar en la toma de decisiones al elegir el sistema a utilizar, es necesario organizar la planificación de acuerdo con la viabilidad de áreas clave, como estratégicas, tácticas y operativas, con el objetivo de facilitar la comprensión de qué prácticas se deben implementar según el área que recibirá un sistema de compartición de bicicletas *dockless*.

Independientemente del modelo implementado, los sistemas de compartición de bicicletas desempeñan un papel fundamental en la promoción de ciudades sostenibles y en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible propuestos por las Naciones Unidas. Estas iniciativas tienen el potencial de transformar las áreas urbanas, proporcionando una alternativa de transporte sostenible, accesible y saludable.

2.1. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y *living labs* en la promoción de la innovación sostenible

Para los responsables de formular políticas, promover la innovación en los sectores público y privado es una de las cuestiones más relevantes en sus agendas. Sin embargo, para lograr el éxito en este esfuerzo, es necesario cambiar la perspectiva y fomentar un modelo de innovación abierto (Gascó, 2017). En el contexto de las ciudades, además de la falta de integración entre los sectores, las soluciones a pequeña escala suelen no escalarse para abarcar áreas más extensas o con una densidad demográfica mayor, y tampoco se consideran como ejemplos en otras iniciativas similares. Como resultado, a pesar de que las pruebas y demostraciones sean exitosas, a menudo se interrumpen y las buenas prácticas no se incorporan a las operaciones diarias de la logística de la ciudad (Nesterova y Quak, 2016).

En este contexto, los *living labs* actúan como intermediarios de la innovación, centrándose en mediar acciones e intereses entre la sociedad, las instituciones académicas, las organizaciones públicas y las instituciones privadas, capturando y codificando las percepciones de los usuarios en entornos de la vida real (Almirall y Wareham, 2011; Følstad, 2008) para superar la brecha entre

investigación, desarrollo, innovación e introducción al mercado (Schuurman et al., 2019). Este enfoque permite la integración y acercamiento entre los sectores clave de la sociedad de manera regular, con el objetivo de satisfacer las necesidades de las partes interesadas y lograr el máximo impacto durante las etapas de planificación, implementación, evaluación y retroalimentación (Nesterova y Quak, 2016).

Los *living labs* ofrecen un entorno propicio para la implementación de proyectos piloto y la validación de nuevas tecnologías, políticas y prácticas alineadas con los ODS en todos los niveles analíticos: organizacional, de proyecto y de interacciones con los usuarios (Schuurman et al., 2019). A través de asociaciones colaborativas, facilitan la investigación y el desarrollo de soluciones innovadoras que abordan desafíos socioambientales como la movilidad urbana, la energía limpia, la gestión de residuos y el uso sostenible de los recursos naturales.

Desde una perspectiva global, los sistemas de bicicletas compartidas se consideran un motor de innovación en el ecosistema de movilidad urbana (Binatti et al., 2022), contribuyendo a superar los obstáculos para el desarrollo sostenible en las ciudades. En este sentido, al considerar el campus Cidade Universitária de la Universidad Federal de Río de Janeiro como un laboratorio vivo, el proyecto Integra UFRJ promueve e impulsa la movilidad activa a través del uso del sistema de bicicletas compartidas no solo como una opción de transporte interno, sino como una forma de estimular acciones que mejoren el medio ambiente y contribuyan a la calidad de vida de los usuarios, integrándose con el entorno y las propuestas de gobernanza de la Universidad.

3. OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE COMO CRITERIO DE DECISIÓN PARA LA MOVILIDAD ACTIVA

En esta sección se exponen los criterios propuestos para utilizar los Objetivos de Desarrollo Sostenible como fundamentos en la toma de decisiones a nivel macro en la gobernanza de los modelos de compartición de bicicletas, con el propósito de alcanzar la sostenibilidad del proyecto. Para respaldar esta propuesta, se llevó a cabo una revisión bibliométrica con el objetivo de identificar el desarrollo del pensamiento científico en relación con la compartición de bicicletas en el contexto de los ODS.

La revisión de la literatura permitió identificar estudios e investigaciones relevantes que abordan la intersección entre los ODS y los modelos de compartición de bicicletas. Sin embargo, se trata de un panorama limitado sobre el tema, ya que los ODS identificados no se pueden considerar de forma aislada. En este sentido, la investigación permitió identificar las lagunas en el pensamiento científico en términos de alcance e interconexión de los ODS.

Con base en este conocimiento, queda claro la importancia de crear *frameworks* que promuevan los ODS como guía para la toma de decisiones en la gobernanza. La adopción de un marco de referencia basado en los Objetivos de Desarrollo Sostenible tiene como objetivo no solo promover la sostenibilidad en el contexto de la compartición de bicicletas, sino también contribuir a cumplir la Agenda 2030 de la ONU.

3.1. ODS como criterio para decisiones de gobernanza

La utilización de los ODS como base para la constitución de *frameworks* para la toma de decisiones en gobernanza se ha mostrado como un enfoque prometedor y alineado con los esfuerzos globales de sostenibilidad (OECD, s.f.). Los ODS representan un conjunto de metas interconectadas que tienen como objetivo abordar los desafíos socioambientales más urgentes en la actualidad. Por lo tanto, utilizarlos como parámetros para la gestión de sistemas de compartición permite establecer directrices claras y fundamentadas en un marco internacionalmente reconocido que considera no solo los aspectos económicos y tecnológicos, sino también los impactos sociales y ambientales del emprendimiento.

Aplicar los ODS como base para la creación de *frameworks* de decisiones también refleja la creciente conciencia sobre la importancia de un enfoque integrado y colaborativo para enfrentar los desafíos globales. Estos proporcionan un punto de referencia común, fomentando la cooperación entre diferentes actores, incluyendo gobiernos, empresas, organizaciones de la sociedad civil y comunidades locales. En este contexto, la creación de *frameworks* para la compartición de bicicletas no solo difunde los beneficios de su implementación en las ciudades, sino que también fortalece la sostenibilidad de estos modelos y promueve una gestión más responsable e inclusiva.

Las metas específicas establecidas para cada ODS desempeñan un rol fundamental en la utilización de estos como *framework*. Los *targets* proveen un marco estructurado para la toma de decisiones, permitiendo la definición de indicadores de desempeño y la evaluación de los avances logrados. De esta forma, es posible monitorear y medir los impactos de las políticas y estrategias adoptadas en el compartimiento de bicicletas, identificando áreas que requieren ajustes o mejoras. Además, la consideración de las metas de los ODS amplía el alcance de la gobernanza, involucrando una perspectiva más amplia e integrada, a diferentes niveles, lo que posibilita abordar desafíos específicos y adaptar las estrategias de acuerdo con las necesidades y características locales, considerando factores como infraestructura, demanda y contextos socioeconómico y ambiental.

3.2. Visión sistemática de la literatura con enfoque en la sostenibilidad

Para la concepción de esta sección, en primer lugar, se realizó una búsqueda bibliométrica en mayo de 2023 en la base de datos *Scopus* con el objetivo de obtener una visión general y verificar si existe alguna tendencia de investigación. Por lo tanto, se seleccionaron artículos con énfasis en sistemas de compartición de bicicletas con y sin estaciones, ya sean virtuales o físicas.

Para encontrar estos artículos, se utilizaron combinaciones de palabras clave con operadores booleanos, con el fin de lograr una curaduría en la base de datos que incluyera artículos relevantes para la investigación y no necesariamente una gran cantidad. La tabla 1 representa los resultados de la búsqueda.

Tabla 1 - Temas de investigación en la base de *Scopus*

| Criterios de selección | Descripción |
|------------------------|-------------|
|------------------------|-------------|

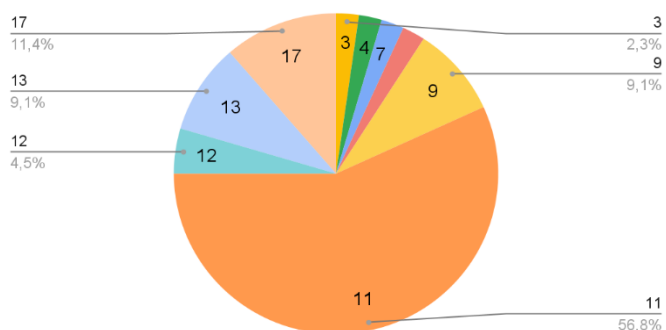
| | |
|-------------------------------|--|
| Tema de Investigación 1 (RT1) | TITLE-ABS-KEY (“dockless bike sharing system”) |
| Tema de Investigación 2 (RT2) | TITLE-ABS-KEY (“dock station bike sharing system”) AND NOT (“dockless”) |
| Dase de Datos | Scopus |
| Time Frame de publicación | desde 2018 hasta mayo 2023 |
| Tipo de estudio | Artículos, actas de conferencias, <i>papers</i> y publicaciones seriadas |
| Resultados | 82 documentos a RT1 - 30 Documentos sin ODS identificados por Scopus 52 documentos a RT2 - 22 Documentos sin ODS identificados por Scopus |
| Fecha de búsqueda | Mayo, 2023 |

Fuente: Elaboración propia

La investigación utilizó la herramienta disponible en la base de datos *Scopus* que permite la clasificación de los documentos más allá de la relación de sus temas principales, estableciendo una conexión entre el documento y el ODS correspondiente a los temas abordados. A partir de esto, se utilizó la herramienta para inferir cómo se está estructurando el pensamiento académico con relación a la sostenibilidad de proyectos en el ámbito de la movilidad, considerando que los ODS representan un *framework* global relevante para alcanzar la sostenibilidad y mitigar las acciones del cambio climático.

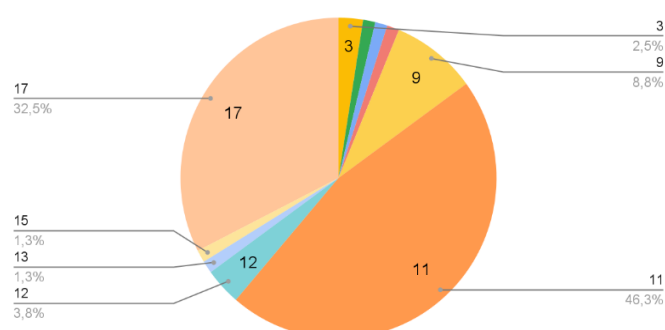
Así, la base de datos proporcionada por *Scopus* se agrupó relacionando los 17 ODS, sin embargo, algunos artículos no fueron clasificados en ningún objetivo. Después de eliminar estos, se obtuvieron los gráficos presentados en las figuras 1 y 2, que muestran, respectivamente, la ocurrencia de los ODS en los documentos científicos que abordan sistemas de compartición con y sin puntos de anclaje.

Figura 1 - Separación de documentos sobre el sistema de bicicletas compartidas con estaciones de anclaje basado en los ODS



Fuente: Elaboración de los autores

Figura 2 - Separación de documentos sobre el sistema de bicicletas compartidas sin estaciones



Fuente: Elaboración de los autores

3.3. ODS aplicados en modelos de compartición de bicicletas

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible proporcionan un marco internacionalmente reconocido y aceptado para la toma de decisiones basadas en la sostenibilidad. Utilizar el ODS 11 como criterio de decisión en la gobernanza de los sistemas de bicicletas compartidas no solo promueve la sostenibilidad de estos proyectos, sino que también se alinea con los esfuerzos globales para abordar desafíos socioambientales urgentes.

Tras un análisis de la revisión bibliográfica realizada en base a documentos sobre sistemas de compartición de bicicletas con y sin estaciones, se ha identificado que el ODS 11 - Ciudades y Comunidades Sostenibles, tiene un impacto significativo, según lo indicado por la investigación en la base de datos *Scopus*. Considerando que la meta 11.2 de este ODS aborda específicamente la movilidad urbana, resaltando la necesidad de proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, accesibles, sostenibles y asequibles para todos, se comprende que los modelos de compartición de bicicletas representan una solución viable y efectiva para alcanzar las metas propuestas en la Agenda 2030.

En este contexto, al observar la meta 11.2, se destacan las siguientes características fundamentales, según lo propuesto por los sistemas de transporte sostenibles en el ODS 11: seguridad, costo, accesibilidad, sostenibilidad, equidad en el transporte, expansión del transporte público y consideración de las vulnerabilidades. Con el objetivo de lograr una transformación relevante y positiva en las comunidades urbanas, estos aspectos se han adoptado como criterios de evaluación y toma de decisiones en esta investigación, para fundamentar estrategias destinadas a la implementación de sistemas de compartición de bicicletas eficaces y bien planificados.

4. INTEGRA UFRJ: ESTUDIO DE CASO DE UN SISTEMA DE COMPARTICIÓN DE BICICLETAS EN LA UNIVERSIDAD FEDERAL DE RÍO DE JANEIRO – BRASIL

En Brasil, la Universidad Federal de Río de Janeiro (UFRJ) desempeña un papel de liderazgo en la promoción del desarrollo sostenible, como se evidencia en su certificación con el sello ODS EDU, otorgado por el Grupo de Trabajo de la Sociedad Civil para la Agenda 2030. Esta certificación reconoce los proyectos, las buenas prácticas y las soluciones implementadas tanto en la enseñanza, la investigación y la extensión, como en las actividades de gestión (UFRJ, 2023). Al implementar estas iniciativas y acciones en su campus, especialmente en la Ciudad Universitaria, se genera un efecto multiplicador que promueve una mayor conciencia entre su comunidad y difunde la cultura de la sostenibilidad más allá de sus fronteras geográficas.

A lo largo de los años, la Ciudad Universitaria ha sido objeto de estudio en el ámbito de la investigación urbana debido a su entorno bien delimitado, aunque complejo. El campus se encuentra ubicado en una isla y está rodeado por las principales vías rápidas de Río de Janeiro, lo que dificulta su acceso y lo limita en cuanto a las opciones de transporte público y vehículos particulares. No obstante, su extensión de 5,2 kilómetros cuadrados, una red de ciclovías que supera los 5 kilómetros de longitud, una afluencia diaria de alrededor de 100 mil personas y 20 mil vehículos, así como la presencia de 65 institutos y 70 centros de investigación y empresas, le confieren una relevancia particular desde la perspectiva de la movilidad, el consumo de agua y

energía, incluso superando a algunas ciudades brasileñas. En este sentido, su contexto constituye un lugar propicio para llevar a cabo pruebas e iniciativas con potencial de replicación.

Las iniciativas de movilidad en Cidade Universitária deben avanzar en proporcionar indicadores que puedan traducir cuali y cuantitativamente los aspectos tecnológicos, económicos, ambientales, sociales y culturales de las intervenciones realizadas y respaldar futuras tomas de decisiones y directrices para la mejora continua de los procesos asociados a dichas intervenciones. De esta manera, en consonancia con el Objetivo de Desarrollo Sostenible que aborda Ciudades y Comunidades Sostenibles (ODS 11) y vinculado a los principios rectores establecidos en el Plan Director UFRJ 2030, que promueven una visión estratégica e institucional ligada a principios de sostenibilidad socioambiental y económico-financiera, además de promover la accesibilidad, la integración de la UFRJ con las ciudades y el estado, promover el bienestar y la inclusión social a través de los espacios físicos, fomentar la construcción colectiva, la innovación y la experimentación, la Ciudad Universitaria se convierte en un *living lab*.

En este contexto, el proyecto Integra UFRJ de compartición de bicicletas se establece como una nueva forma de desarrollar investigación, además de ser un medio para mejorar rápidamente frentes relacionadas con la movilidad activa a través de la validación, prueba e implementación en contextos reales, y ofrecer una evaluación basada en herramientas específicas de co-creación, lo que exige un enfoque en red para garantizar el éxito de la iniciativa. A través de este proyecto, se busca ampliar el alcance de la movilidad activa en el laboratorio vivo de la Cidade Universitária y crear una estructura sólida de conocimiento que pueda contribuir efectivamente a la gestión de la planificación urbana, especialmente en campus universitarios de América Latina. Para esto, Integra UFRJ propone un entorno que promueva: (i) la validación de soluciones de transporte a través de bicicletas compartidas de manera sostenible, innovadora e inteligente; (ii) el uso inteligente del entorno urbano; (iii) la recolección, monitoreo y análisis de datos operativos y de gestión; y (iv) la rápida inserción de estas soluciones en la sociedad.

Integra UFRJ ofrece un sistema de compartición de bicicletas gratuito en la Cidade Universitária para estudiantes, profesores y empleados con registro activo en la universidad, y ha pasado por dos fases: una iniciada en 2017 y finalizada en 2020, con puntos de anclaje fijos en el campus, y otra iniciada en 2022, que comenzó su operación a través del sistema sin puntos de anclaje y desde marzo de 2023 opera mediante estaciones virtuales. En ambas etapas y en las tres diferentes configuraciones del sistema, se han enfrentado desafíos comunes, como la dificultad de los usuarios para absorber los nuevos modelos de proyecto, una malla que atiende a los diferentes polos generadores de viajes internos, pero que necesita más integración con los polos de atracción de viajes en puntos específicos, y la limitación de rutas que contemplen caminos para el ocio y/o actividades físicas, como un intento indirecto de presentar el potencial del transporte activo más allá del desplazamiento cotidiano. Actualmente el proyecto cuenta con más de 10.600 viajes realizados entre marzo 2022 y julio de 2023 y un promedio de 2.025 usuarios mensuales.

Es importante destacar que un proyecto como Integra UFRJ marca una posición clara de la universidad al incorporar la bicicleta como un medio de transporte interno fundamental, especialmente para la integración de los diferentes edificios del campus, sirviendo de apoyo a los otros modos de transporte, y como una alternativa económicamente viable y ambientalmente sostenible para mejorar la movilidad, alineándose con la Política Nacional de Movilidad Urbana (PNMU) de Brasil y reforzando el apego a los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Del mismo

modo, ofrece parámetros, variables e índices capaces de agregar las decisiones en movilidad urbana, estimulando a los gestores, principalmente los públicos, a realizar acciones de transformación de la movilidad activa a corto, mediano y largo plazos.

4.1. Integra UFRJ desde las directrices del ODS 11

Considerando que Integra UFRJ se posiciona como uno de los esfuerzos de la Universidad Federal de Río de Janeiro en alineación con el ODS 11, los aspectos clave establecidos en la meta 11.2, como seguridad, costo, accesibilidad, sostenibilidad, expansión del transporte público y vulnerabilidad, se utilizan como indicadores de seguimiento del proyecto desde su implementación, incluyendo la gestión y operación.

A partir de las experiencias de Integra UFRJ, estos aspectos fueron analizados considerando las dos fases de Integra UFRJ, con y sin puntos de anclaje, incluyendo en esta última el modelo con y sin estaciones virtuales de la siguiente manera:

Tabla 2 - Análisis de los aspectos previstos en el ODS 11 a partir de la operación de Integra UFRJ

| | |
|---|--|
| Seguridad | consideran las medidas de seguridad adoptadas por Integra UFRJ, incluyendo el número de incidentes de robo, hurto y vandalismo, así como la efectividad de las estrategias de prevención adoptadas en cada una de las fases |
| Costo | incluyen los costos involucrados en la implementación y operación del sistema de compartición de bicicletas, teniendo en cuenta los costos iniciales, los costos operativos y los costos de mantenimiento. |
| Accesibilidad | verifica el grado de accesibilidad proporcionado por el sistema, considerando la ubicación estratégica de las estaciones de bicicletas y la facilidad de acceso para diferentes grupos dentro del público objetivo establecido (estudiantes, profesores y empleados con registro activo). |
| Sostenibilidad | evalúa el impacto ambiental del sistema de compartición de bicicletas, considerando la reducción de las emisiones de carbono y la promoción de un modo de transporte sostenible. |
| Expansión del transporte público | analiza la integración entre el sistema de compartición de bicicletas y el transporte público existente, considerando la complementariedad entre ambos y la posibilidad de ampliar las rutas y estaciones. |
| Vulnerabilidad | identifican las principales vulnerabilidades del sistema Integra UFRJ, como la restricción al campus Cidade Universitária, la limitación del público objetivo, la seguridad, la dependencia de recursos financieros, la integración con grupos socioeconómicamente vulnerables, entre otros. |

Fuente: Elaboración de los autores

Esta descripción de los aspectos permitió la elaboración de una tabla comparativa entre los diferentes modelos de compartición de bicicletas adoptados por Integra UFRJ. Se les asignó una escala del 1 al 5, donde 1 representa el criterio de menor impacto y 5 representa el criterio de mayor impacto, basándose en la experiencia del proyecto entre 2017 y 2020 y entre marzo de 2022 y julio de 2023.

Las puntuaciones asignadas a los criterios se basan en un riguroso proceso de análisis de datos recolectados a través del proyecto Integra UFRJ. Estos datos provienen de múltiples fuentes, incluidos los informes mensuales generados, que se benefician de un sistema de seguimiento en tiempo real incorporado en cada bicicleta y del aplicativo utilizado por los usuarios para la recogida y devolución. Además, se llevaron a cabo investigaciones de campo tanto cuantitativas como cualitativas que involucraron a 122 usuarios activos del sistema. Estas investigaciones se están ampliando a través de un cuestionario que será respondido a gran escala por usuarios y no usuarios del sistema, lo que permitirá validar aún más los datos y compararlos con las puntuaciones presentadas en este artículo. Esta combinación de datos cuantitativos y cualitativos garantiza una evaluación integral y sólida de los criterios mencionados y respalda las puntuaciones asignadas en función de resultados observados y percepciones de los usuarios reales del sistema.

Tabla 3 - Impacto de los criterios clave en los sistemas de bicicletas compartidas a partir de la comparación entre modelos con y sin anclaje

| Aspecto/ Criterio | Sistema con anclaje | Sistema sin anclaje (sin estaciones virtuales) | Sistema sin anclaje (con estaciones virtuales) |
|---|---------------------|--|--|
| Seguridad | 2 | 4 | 3 |
| Costo | 3 | 3 | 3 |
| Accesibilidad | 4 | 2 | 3 |
| Sustentabilidad | 3 | 4 | 3 |
| Expansión del transporte público | 3 | 4 | 4 |
| Vulnerabilidad | 2 | 4 | 3 |

Fuente: Elaboración de los autores

El aspecto de seguridad del proyecto es el que más impacta en Integra UFRJ, que ha tenido éxito al pasar del modelo sin estaciones de anclaje a la adopción de estaciones virtuales en su segunda fase, desde 2022 hasta la fecha. La calificación 2 del sistema con estaciones de anclaje consideró el bajo número de incidentes de robo y vandalismo durante su operación, lo que demuestra la eficacia del modelo al reflejar una menor exposición a riesgos. Por otro lado, al sistema sin estaciones de anclaje y sin estaciones virtuales se le asigna una calificación 4 considerando que fue el período más determinante, con un aumento crítico de incidentes. Motivado por esto, el modelo de estaciones virtuales fue adoptado de manera emergencial en un intento de contener los eventos que estaban ocurriendo y su adaptación a la Ciudad Universitaria fue satisfactoria, siendo hoy el modelo de operación oficial de Integra UFRJ. Durante todo el período de operación del proyecto no se registraron problemas relacionados con la seguridad física de los usuarios ni problemas en los carriles y ciclovías del campus que pudieran causar accidentes.

En cuanto al aspecto de costo, aunque no hay datos comparativos finales entre los sistemas con y sin estaciones de anclaje en el contexto de Integra UFRJ, dado que el modelo sin anclajes aún está en curso, se pudo identificar que los costos operativos y de mantenimiento son similares en ambos casos. Sin embargo, es relevante considerar la infraestructura inicial de las estaciones de anclaje y las necesidades de equilibrar las bicicletas en los modelos sin estaciones y con estaciones virtuales, lo cual puede tener un impacto drástico en los costos.

En cuanto a la accesibilidad, el público objetivo fue el mismo en ambas fases, por lo tanto, se observó el aspecto a través de la limitación de acceso impuesta por el sistema. En el caso de las estaciones de anclaje, donde los usuarios están restringidos a lugares específicos para retirar y devolver las bicicletas, se les asigna una calificación 4, siendo este un criterio de mayor impacto. Por otro lado, el sistema sin estaciones de anclaje y sin estaciones virtuales permitió una mayor libertad y flexibilidad a los usuarios para retirar y devolver las bicicletas en diferentes lugares, mientras que el sistema de estaciones virtuales alcanza un nivel intermedio entre ambos.

En cuanto a la sostenibilidad, el sistema de compartición de bicicletas de Integra UFRJ tiene un impacto positivo en la reducción de las emisiones de carbono, fomentando la adopción de un modo de transporte más sostenible y contribuyendo al logro del ODS 11.2. En cualquier caso, el sistema con estaciones de anclaje puede requerir una mayor producción de materiales para la implementación inicial, mientras que los sistemas sin anclajes deben considerar un equilibrio más intenso, que puede implicar el uso de vehículos a combustión, por lo tanto, ambos sistemas evaluados tienen un impacto similar.

La integración entre el sistema de compartición de bicicletas y el transporte público se abordó en el proyecto Integra UFRJ, con estaciones ubicadas cerca de las paradas de autobús, lo que permite una combinación eficiente entre ambos modos de transporte. Aunque las estaciones sin anclajes ofrecen más libertad a los usuarios, no se observaron grandes interferencias en comparación con el modelo con estaciones de anclaje. Ambos resultaron en una mayor flexibilidad para los usuarios, fomentando el uso conjunto de bicicletas y transporte público.

En cuanto a la vulnerabilidad, el principal desafío de Integra fue, de hecho, la seguridad. Aun así, otros factores fueron esenciales para asignar las calificaciones según los modelos, como el proyecto que se limita al campus de la Ciudad Universitaria, aunque este tiene índices de circulación y uso similares o mayores que algunas ciudades, por lo que podría replicarse; la dependencia de recursos financieros públicos para continuar la operación; la imposición de restricciones horarias y estaciones basadas en lugares menos seguros; la limitación de la señal de conexión y el GPS en ciertos puntos del campus; la dificultad para ampliar el público objetivo debido a limitaciones de presupuesto y equipo operativo, entre otros.

A pesar de ciertas particularidades aplicadas al entorno de Integra UFRJ, el análisis de los aspectos clave relacionados con la implementación de sistemas de compartición de bicicletas ofrece beneficios significativos para promover la movilidad sostenible, mostrándose positivo.

5. *FRAMEWORK* PARA GESTORES BASADO EN LA EXPERIENCIA DE INTEGRA UFRJ

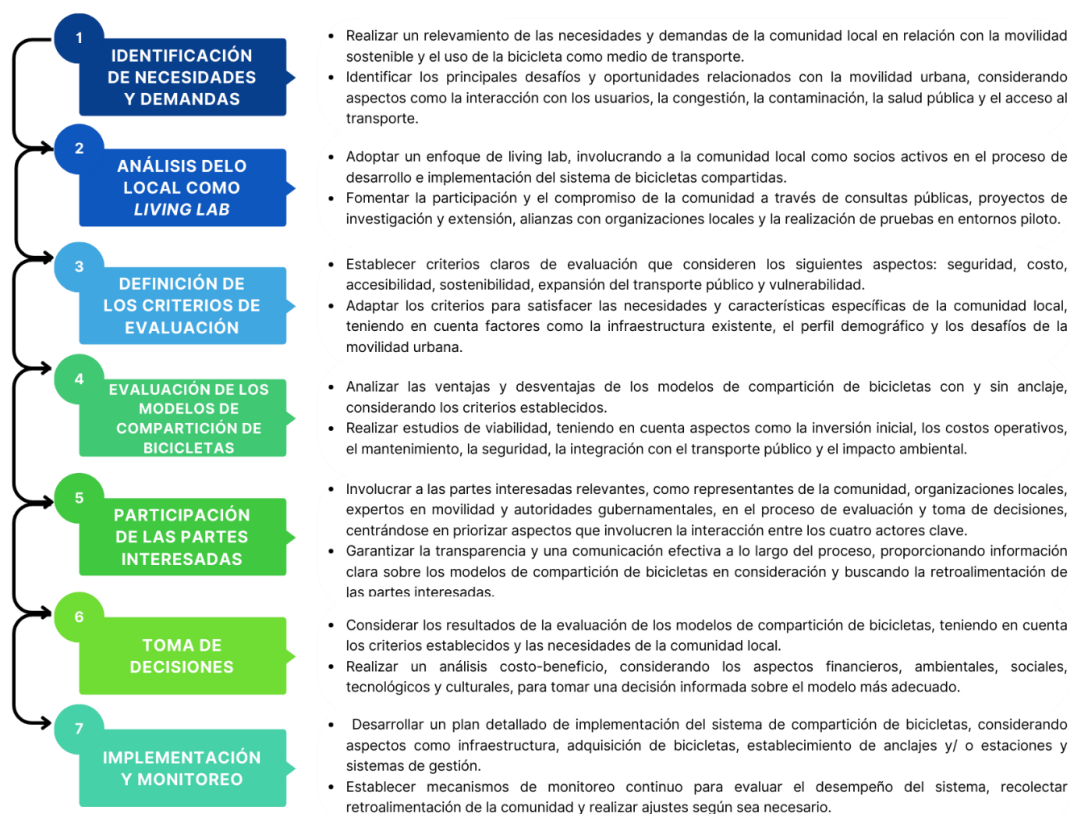
La experiencia, seguimiento y operación de Integra UFRJ con base en los aspectos considerados en el ODS 11, meta 11.2, posiciona al proyecto en una tendencia de difusión de iniciativas que se enfocan en “cómo” realizar e implementar políticas e iniciativas de alto impacto y transformadoras con efectos multiplicadores que pueden acelerar y corregir el rumbo hacia el logro de los ODS. Según la Comisión Económica para América Latina, el 75% de los objetivos propuestos corren el riesgo de no ser alcanzados, por lo que es necesario tomar medidas para reforzar estrategias,

programas públicos, seguimiento de iniciativas y alianzas tendientes a retomar el camino de la plena consecución de los ODS al 2030 (CEPAL, 2023).

Sabiendo esto y que América Latina enfrenta varios obstáculos relacionados con el transporte público (Binatti et al., 2022; CEPAL, 2023), la replicación de iniciativas similares a Integra UFRJ es importante para enfrentar los desafíos de la movilidad urbana y promover la sostenibilidad de la región, contribuyendo al logro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Además de los beneficios ambientales y de movilidad, la replicación de esta iniciativa también puede generar impactos socioeconómicos positivos, como la generación de empleos en la operación y mantenimiento de sistemas de bicicletas compartidas, así como dinamizar la economía local a través del fomento de la bicicleta. industria y accesorios. Al adaptar e implementar sistemas de bicicletas compartidas en otras ciudades y universidades, los responsables de las políticas públicas pueden crear un impacto positivo duradero al transformar la forma en que las personas se desplazan.

Con base en esto y en la experiencia presentada en Integra UFRJ, se desarrolló un *framework* para ayudar a los gestores públicos, especialmente de universidades latinoamericanas, en la implementación de sistemas de bicicletas compartidas y en la toma de decisiones entre modelos con y sin andenes. Se consideraron principalmente los aspectos de seguridad, costo, accesibilidad, sostenibilidad, expansión del transporte público y vulnerabilidades recomendados en la meta 11.2 de los ODS, con miras a facilitar el análisis y comparación de los modelos disponibles.

Figura 3 – *Framework* para decisión sobre sistemas de compartición de bicicletas



Fuente: Elaboración de los autores

Al seguir este *framework*, basado en el proyecto Integra UFRJ, los gestores estarán alineados con los preceptos ya validados de buenas prácticas y soluciones en enseñanza, investigación, extensión y gestión establecidos en el *living lab* de la Cidade Universitária de la Universidad Federal de Río de Janeiro. También estarán orientados en la elección del modelo de compartición de bicicletas más adecuado para su comunidad, permitiendo identificar las necesidades y demandas locales. Los criterios de evaluación establecidos proporcionan una estructura clara para analizar los modelos con y sin estaciones, teniendo como aspectos clave en la toma de decisiones la seguridad, el costo, la accesibilidad, la sostenibilidad, la expansión del transporte público y la vulnerabilidad.

6. CONCLUSIÓN

La implementación de sistemas de compartición de bicicletas en entornos universitarios se ha mostrado como una iniciativa prometedora, especialmente cuando se adopta bajo el enfoque de *living lab*, como se ha demostrado en el caso de Integra UFRJ. Estas estructuras han demostrado ser espacios dinámicos y adaptables, capaces de responder a las necesidades emergentes y evolucionar con el tiempo. Al incorporar los principios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en sus prácticas y proyectos, los laboratorios vivos contribuyen a la construcción de un futuro más sostenible, impulsando la innovación, la participación ciudadana y el desarrollo local.

Basándonos en las discusiones presentadas, es evidente que aún hay una amplia gama de investigaciones por desarrollar en esta área. Es fundamental investigar el papel de los sistemas de compartición de bicicletas en la promoción de estilos de vida activos y saludables, así como su potencial para fomentar la inclusión social y la equidad en el acceso a la movilidad. Además, es importante comprender la influencia de estos sistemas en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la mejora de la calidad del aire y la disminución de la congestión urbana. También es necesario explorar los aspectos económicos y financieros de los sistemas de compartición de bicicletas y analizar diferentes modelos de negocio. Asimismo, es relevante ampliar el análisis más allá del contexto universitario, comparando datos e indicadores con otras iniciativas de compartición de bicicletas, y utilizar el *framework* presentado como base para esta comparación y análisis.

Por último, se entiende que la elección entre un sistema con o sin estaciones debe tener en cuenta diversos aspectos, incluyendo las necesidades y particularidades de la comunidad, los costos relacionados con la infraestructura, la flexibilidad de acceso, la distribución equitativa de las bicicletas, la seguridad y el impacto ambiental. La aplicación del *framework* propuesto puede ayudar a los gestores públicos en este proceso de toma de decisiones, proporcionando una estructura integral para evaluar y comparar los diferentes criterios con relación a los dos modelos. El análisis de estos factores, junto con la consideración del contexto local y la interacción con los usuarios, contribuirá a la implementación de un sistema de compartición de bicicletas eficiente y adecuado a las necesidades de la comunidad, promoviendo la movilidad sostenible y la mejora de la calidad de vida urbana.

7. REFERENCIAS

Almirall, E. y Wareham, J. (2011) Living Labs: arbiters of mid- and ground-level innovation. **Technology Analysis & Strategic Management** [en línea], 23(1), 87 - 102.

Binatti, G., Batalha, Y., De Castro, J. y Oliveira, M.D.S. (2022) Visão geral do ecossistema de sistemas de bicicletas compartilhadas na América Latina: da coleta de dados aos modelos de implementação. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** [en línea], 14.

CEPAL - Economic Commission for Latin America and the Caribbean (2023). **A América Latina e o Caribe na metade do caminho para 2030: avanços e propostas de aceleração**. 1ª edición, Santiago, Chile.

Crotte Alvarado, A., Arvizu, C. y Ocampo, X. (2018) Guía para planeación e implementación de sistemas públicos de bicicletas en LAC. Technical Report. **Inter-American Development Bank**.

Følstad, A. (2008) Living labs for innovation and development of information and communication technology: a literature review. **The Electronic Journal for Virtual Organizations and Networks** [en línea], 10, 99 - 131.

Gascó, M. (2017) Living labs: implementing open innovation in the public sector. **Government Information Quarterly** [en línea], 34(1), 90 - 98.

Institute for Transportation and Development Policy – ITDP (2018). **The Bikeshare Planning Guide** [en línea].

Kutela, B. y Hualiang T. (2019) The influence of campus characteristics, temporal factors, and weather events on campuses-related daily bike-share trips. **Journal of Transport Geography**, v. 78, p. 160-169

Meddin, R. y Demaio, P. (2019). **The Bike-sharing world map** [en línea].

Nesterova, N. y Quak, H. (2016) A city logistics living lab: a methodological approach. **Transportation Research Procedia** [en línea], 16, 403 -417.

OECD - Organization for Economic Cooperation and Development (s.d.) OECD and the Sustainable Development Goals: Delivering on universal goals and targets. **OECD** [en línea].

Schuurman, D., Herregodts, A., Georges, A. y Rits, O. (2019) Innovation Management in Living Lab Projects: The Innovatrix Framework. **Technology Innovation Management Review** [en línea], 9(3), 63 - 73.

Shui, C. y Szeto, W. (2020) **A review of bicycle-sharing service planning problems. Transportation Research Part C: Emerging Technologies**, 117, 102648.

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro (2023). Selo da ONU recebido pela UFRJ repercute na imprensa nacional. **UFRJ**, por Victor França [en línea].

UN-Habitat - United Nations Human Settlements Programme (2022) **Envisaging the Future of Cities**. 1ª edición, Nairobi, Kenya.