



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

**ESCUELA NACIONAL DE ESTUDIOS SUPERIORES UNIDAD
LEÓN**

TEMA:

**Análisis de la percepción y el impacto de programas de
Innovación Social Digital llevados a cabo en León, Guanajuato,
entre 2015 y 2021.**

MODALIDAD DE TITULACIÓN:

Tesis

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN ECONOMÍA INDUSTRIAL

P R E S E N T A:

ALAN ALEXEI DÍAZ MORALES

TUTOR:

DRA. ADRIANA MARTÍNEZ MARTÍNEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos Institucionales

Gracias a la UNAM por ampliar mi perspectiva social y demostrarme la importancia de actuar en beneficio de todas las personas. A la Escuela Nacional de Estudios Superiores, unidad León, por abrirme las puertas hacia el desarrollo profesional y también personal. A mis profesores por su vocación de enseñanza y actitud formadora.

A la Beca de Movilidad Internacional Estudiantil *SEP-UNAM-FUNAM 2018* por permitirme tener una de las mejores experiencias de mi vida en la Universidad Técnica de Múnich (TUM), donde desarrollé diversas habilidades, intercambié conocimientos y experiencias, y formé increíbles lazos de amistad multiculturales que me permitieron ampliar mi panorama global.

A mi tutora de tesis, la Dra. Adriana Martínez Martínez, por su valiosa asesoría y su paciencia en este largo proceso. Esta investigación no hubiera sido posible sin sus consejos y apoyo. A pesar de las restricciones de tiempo, los cambios radicales de tema, y las limitantes propias de la investigación, se logró.

Al responsable de la Licenciatura en Economía Industrial, el Dr. Alfonso Cervantes Maldonado, por su constante apoyo en diversas cuestiones académicas, profesionales y personales. Gracias por su gran actitud de servicio y por su tolerancia al resolver mis dudas.

A la Dra. Areli Vázquez Juárez y a la Mtra. Sandra Edith Moncayo Cuagliotti por su profundo humanismo y su valiosa entrega a las causas sociales, en específico la lucha feminista. Mucho de lo que soy ahora es gracias a las enseñanzas que fueron permeando a través de sus clases.

Y al Dr. José Francisco Reyes Durán, por haber acudido a aquella Feria del Libro en la que conocí sobre esta increíble licenciatura, y por compartirnos su enorme pasión por los temas económicos y políticos en cada clase.

Agradecimientos Personales

A mis padres, Berenice y Alejandro, por haber formado a la persona que soy ahora y por permitirme seguir mis sueños. Especialmente gracias a mi mamá por presionarme a continuar trabajando cuando tenía mis momentos de ocio. Todo lo que soy es gracias a ustedes.

A mi hermana, Scarlett, porque al llegar nuestra época universitaria dejamos atrás los berrinches y pleitos, y comenzamos a tener una relación más fraterna y de apoyo.

A mi madrina Laura, por su apoyo constante, admiración mutua, y por siempre tener un consejo o una anécdota que contar. A mi tía Licha y a mi tío Eulalio, que siempre estuvieron orgullosos de que perteneciera a esta gran casa de estudios. A mi tía Lore y a mi mamá Bety, por siempre brindarme palabras amor, apoyo incondicional, y excelentes platillos a pesar de mis visitas sorpresa.

A mi mejor amigo, compañero y socio, Benja, por nuestro gran proyecto que nació a la par de este proceso de titulación, y ha valido cada segundo invertido.

A mis compañeros de clase, por la comunidad tan unida y fraterna que logramos, a pesar de las amplias diferencias que nos caracterizaban. A Naye, por ser la mamá del grupo y siempre procurar nuestro desarrollo académico. A Gio, Joseph, Soto, Silva y Mariangel, por siempre saber cómo sacarle una carcajada a todo el salón. A Regina, Fer y Brandon por siempre estar ahí para una buena plática. A Majito, Chema, Tomás y Diego, por la estrecha amistad formada y por ser cómplices de aventuras.

A la familia González Millán, Susi y Toño, por procurar constantemente mi desarrollo personal y profesional. Gracias por siempre tener un lugar para mí en casa, y por las interesantes conversaciones.

A Ricardo Mirón y a Adrián Chavarría por donarme de su tiempo para realizarles las entrevistas necesarias para esta investigación, y por la amistad que posteriormente forjamos.

Y en especial, a Lu, por estar a mi lado en todas las etapas de este proceso lleno de altibajos. Nunca olvidaré tus constantes palabras de aliento en momentos de ansiedad, tus comentarios sanadores y aquellos momentos llenos de carcajadas. Y sobre todo, gracias eternas por el apoyo incondicional en todos mis proyectos, por locos que parecieran.

Análisis de la percepción y el impacto de programas de Innovación Social Digital llevados a cabo en León, Guanajuato, entre 2015 y 2021.

Resumen	5
Introducción	6
Justificación	8
Planteamiento del problema	8
Pregunta rectora de investigación	8
Preguntas específicas de investigación	8
Supuesto hipotético 1	9
Supuesto hipotético 2	9
Objetivo general	9
Objetivos particulares	9
1. Marco Teórico	11
La tecnología como un medio	11
Industria 4.0 y Digitalización	11
Tecnologías digitales	14
Big Data	15
Robots Autónomos	15
Simulación	16
Integración Horizontal y Vertical de Sistemas	16
Seguridad Cibernética	17
La Nube	18
Impresión 3D	18
Realidad Aumentada	19
Inteligencia Artificial (IA)	19
Internet de las Cosas	20
Aprendizaje e investigación continuos	20
I+D: Investigación y Desarrollo	21
Competencias Laborales	21
Las personas como un fin	23
Innovación Social	23
Innovación Social Digital (ISD)	26

2. Marco Contextual	30
Latinoamérica y México	30
Contexto local	32
Políticas públicas de innovación	32
Educación y empleabilidad	34
Conectividad y movilidad	35
3. Diseño metodológico	37
Criterios de selección de los programas a evaluar	37
Instrumentos de investigación	38
Entrevista	38
Encuesta de percepción a usuarios	41
Cálculo de las muestras	41
Bici León	43
Encuesta	43
Datos Abiertos	44
Encuesta	45
4. Presentación de resultados	46
Bici León	46
Concepción	46
Implementación	46
Tecnologías y habilidades aplicadas	48
Percepción de los usuarios	50
Datos abiertos	58
Concepción	58
Implementación	59
Tecnologías y habilidades aplicadas	61
5. Hacia una interpretación de las innovaciones sociales digitales	62
Conclusiones	64
Hallazgos y recomendaciones	65
Limitaciones	67
Líneas de investigación futuras	68
Referencias	70

Resumen

En la última década la Industria 4.0 ha tenido un acelerado auge, prometiendo revolucionar los procesos industriales y la seguridad de los trabajadores mediante el uso de diversas tecnologías digitales que evolucionan a pasos agigantados. Sin embargo, a pesar de que su enfoque se centra en la productividad industrial, resulta imprescindible considerar también que sus beneficios, y su potencial, permeen a otras disciplinas, especialmente a aquellas centradas en mejorar las condiciones de las personas, como lo es la innovación social.

De esta fusión entre metodologías para resolver problemas sociales, y la disponibilidad de tecnología de punta, surge la innovación social digital, y con esta, un sinnúmero de proyectos alrededor del mundo que buscan mejorar la calidad de vida de las personas. Desafortunadamente, muchos de estos proyectos han cesado operaciones debido a que la evaluación de su desempeño es complicada de medir en términos cuantitativos (Social Innovation Academy, s.f.). Si bien están involucradas tecnologías capaces de calcular y analizar con base en múltiples indicadores, el hecho de trabajar por y para las personas, hace más complejo crear parámetros de éxito.

En la presente investigación se analizaron dos programas de innovación social digital implementados por diferentes organismos municipales de la ciudad de León, Guanajuato, durante la administración 2015-2021. Se llevó a cabo una aproximación cualitativa para conocer la percepción de los beneficiarios de dichos programas y las metodologías que se siguieron al ser implementados. Mediante la revisión de la literatura científica, y por medio de entrevistas a las personas a cargo de cada uno, se desarrollaron encuestas enfocadas en conocer la percepción de los beneficiarios.

Lamentablemente, uno de los programas fue terminado apenas se realizó el cambio de administración pública, limitando el alcance de mi investigación y la aplicación de la respectiva encuesta. Esto también resalta la falta de seguimiento a los proyectos y programas, así como el presupuesto mal aprovechado, que sucede cuando hay cambios en los gobiernos.

Por otro lado, entre las conclusiones y hallazgos resaltan varios errores al momento de la ejecución de los programas, como presupuestos mal planeados, omisiones en la difusión, y cuestiones que tienen que ver con la naturaleza del servicio público. Adicionalmente, se reveló la carencia de habilidades y herramientas tecnológicas por parte de la ciudadanía leonesa, y se muestra una inconsistencia entre las métricas de éxito cualitativas y las cuantitativas del programa. Esto permitió concluir y proponer nuevas metodologías para la evaluación y la ejecución de futuros programas digitales enfocados a mejorar la calidad de vida de las personas.

Palabras clave: era digital, tecnologías digitales, innovación social, innovación social digital

Introducción

En la actualidad, la humanidad se enfrenta a diversos retos de índole social, ambiental y económica. Si bien hay algunos que siempre han existido, como la pobreza, también encontramos otros que son de reciente surgimiento y relevancia, como la crisis climática. A raíz de estas problemáticas, se crea en 2015 la “Agenda 2030” de las Naciones Unidas, un modelo que busca prosperidad global bajo un desarrollo sostenible (Naciones Unidas, 2019). Con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), y 169 metas específicas, la Agenda 2030 dicta un camino al que todos los países miembros deben apegarse.

Las soluciones a tan diversas problemáticas no llegarán simplemente con la firma de un acuerdo; el actuar colectivo, el financiamiento adecuado, el involucramiento de los distintos sectores de la sociedad, y el uso de las tecnologías serán necesarios para poder hacer frente a los retos que tenemos ante nosotros (Naciones Unidas, 2019). Para nuestra fortuna contamos con una serie de elementos que han evolucionado de manera increíblemente acelerada, y cada vez es más accesible: las tecnologías digitales.

La ola de innovación y cambio tecnológico denominada por los alemanes como “Industria 4.0” o “4ta Revolución Industrial” ha impactado y transformado de manera acelerada la forma en que se realizan una infinidad de actividades alrededor del mundo: desde procesos simples de manufactura hasta problemas complejos que requieren inteligencia artificial. Estos cambios tecnológicos facilitarán la realización de una vasta colección de tareas y democratizarán el acceso a la información y a la tecnología. Aquí las computadoras y los robots dejan de ser lo más importante, cediendo paso a lo que da vida a esta industria: el internet (Plattform Industrie 4.0, 2018).

De acuerdo con un análisis que el Boston Consulting Group hizo a la industria manufacturera alemana para ejemplificar la magnitud de los cambios que traerá la industria 4.0, se prevé que los beneficios repercutirán principalmente en cuatro áreas: la productividad, el crecimiento del ingreso, el empleo, y la inversión (Russmann *et al.*, 2015). Para lograr estos y muchos otros resultados positivos, se deben adaptar los distintos actores que juegan un papel en esta transformación: productores, proveedores de equipo y suplementos, sistema educativo, y la infraestructura. Este tipo de adaptaciones y otros cambios están siendo estandarizados y puestos dentro de un marco normativo mundial por el organismo alemán: “Plattform Industrie 4.0”. (Boston Consulting Group, 2018b), y por su homónimo estadounidense Industrial Internet Consortium (s.f.).

Este panorama nos obliga, como país, a comenzar a invertir recursos en la inserción de los programas y políticas públicas en la era digital. Gobierno, entidades educativas, sector privado y sociedad civil deben trabajar en conjunto para poder estar al mismo nivel de competencia que los países más desarrollados, o al menos en un nivel aceptable. No solo es necesario invertir en maquinaria, equipo de cómputo y cables de fibra óptica; la sociedad, los tomadores de decisiones

y los trabajadores, deben adquirir un completo y profundo conocimiento de los nuevos desarrollos tecnológicos y de cómo éstos afectarán a una gran variedad de trabajos y de sectores (Boston Consulting Group, 2018b).

Sin importar que su origen se haya dado en contextos industriales y productivos, las tecnologías de la era digital también pueden, y deben, ser aprovechadas para llevar a cabo proyectos de impacto social y ambiental dentro de los países. La Organización de las Naciones Unidas indica que los avances digitales pueden sumar y acelerar al cumplimiento de los 17 ODS (Naciones Unidas, s.f. a), y Vinuesa *et al.* (2020) señalan que tan solo la inteligencia artificial podría ayudar a resolver 134 metas específicas de los ODS, que es casi el 80% de estas.

Cabe resaltar que las tecnologías digitales también llegan con complicaciones inherentes. De acuerdo con Naciones Unidas (s.f. a) la ola tecnológica traerá consigo varios retos, como amenazas a la privacidad de los usuarios, un posible aumento de la desigualdad, riesgos de seguridad para gobiernos, empresas e individuos, entre muchos otros que seguirán surgiendo. Vinuesa *et al.* (2020) remarcan que 59 metas específicas de los ODS podrían experimentar efectos negativos únicamente a causa de la inteligencia artificial.

Ante este contexto, es necesaria una colaboración entre gobiernos, corporaciones, organizaciones y sociedad civil para resolver los conflictos de manera responsable, creativa y urgente (Social Innovation Academy, s.f.). La adaptación de políticas públicas para buscar el mayor beneficio y aminorar los riesgos que se presentan para la población es crucial, y requiere de la implementación de iniciativas y metodologías que pongan en el centro a las personas, y que usen las tecnologías digitales a su favor. Es bajo este contexto que surgen la innovación social y la innovación social digital como actividades clave para alcanzar la sostenibilidad de las sociedades contemporáneas.

Afortunadamente, de acuerdo con varios expertos y académicos, la década de 2009 a 2019 han sido los años dorados de la Innovación Social (Social Innovation Academy, s.f.). En ninguna otra época en la historia se había visto florecer tantos proyectos, ni tantos apoyos por parte de entidades gubernamentales, sector educativo, y sector privado. En Europa incluso se logró poner a la Innovación Social dentro de la agenda de políticas públicas. De acuerdo con Social Innovation Academy (s.f.), fue gracias al exitoso funcionamiento de las iniciativas de innovación social, que se ha creado todo un ecosistema global que refleja una gran variedad de proyectos, plataformas, entidades, y actores involucrados enfocados en generar impactos positivos en las comunidades.

Paralelamente, la innovación social cuenta con retos que yacen en lo cualitativo de sus impactos, lo cual dificulta una correcta medición y evaluación de su desempeño (Social Innovation Academy, s.f.). Esto ha causado que el financiamiento y apoyo que se le otorga a este tipo de iniciativas no pueda crecer tan aceleradamente en muchas regiones del mundo.

Ante dichas complejidades en la evaluación de los resultados, es importante analizar los proyectos de innovación social desde diferentes ángulos, tomando principalmente en cuenta a la

esencia de estos proyectos: las personas. De esta forma, se podrán tener mejores criterios para sustentar la viabilidad y los beneficios de este tipo de proyectos y programas, especialmente aquellos que dependen de recursos públicos.

Justificación

La presente investigación busca analizar dos programas de innovación social digital implementados por diferentes organismos municipales de la ciudad de León, Guanajuato, México, desde una perspectiva cualitativa. Dichos programas se llevaron a cabo durante la misma administración municipal, caracterizada por tener un enfoque en innovación pública para el beneficio de los habitantes de la ciudad (Dirección General de Innovación, 2021b).

El primero de estos programas estaba enfocado principalmente en mejorar la movilidad de los ciudadanos, un derecho constitucional recientemente reconocido y que busca una mayor calidad de vida y seguridad vial para las y los mexicanos. El segundo programa se enfocó en el derecho al acceso a la información pública del municipio, y cómo estos datos pueden ser utilizados de manera positiva para proyectos e investigaciones por parte de los ciudadanos.

A pesar de tener objetivos diferentes, ambos programas hicieron uso del erario para beneficiar a la ciudadanía y mejorar el desarrollo social. El motivo por el cual se realiza esta investigación es para conocer la percepción de los beneficiarios de dichos programas, las metodologías que se siguieron al ser implementados y su alineación con los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Los resultados arrojados servirán para conocer si los programas deben seguirse desarrollando de la misma manera, o si deben tomar en cuenta nuevas líneas de acción.

Planteamiento del problema

Pregunta rectora de investigación

¿Cuál fue el impacto de los programas de innovación social digital “Bici León” y “Datos Abiertos” de acuerdo a la percepción de sus usuarios?

Preguntas específicas de investigación

- ¿Cuál es la percepción de los usuarios acerca de los proyectos de ISD creados por el sector público municipal?
- ¿Qué metodología usa el sector público para crear sus proyectos de ISD?

- ¿Cómo se mide el impacto en los proyectos de ISD?
- ¿Qué actores clave deben participar en los proyectos de ISD?
- ¿Qué habilidades y conocimientos se necesitan para hacer uso de las tecnologías de la era digital y aplicarlos en proyectos sociales?

Supuesto hipotético 1

La percepción de los usuarios de los programas "Bici León" y "Datos Abiertos", implementados por el Municipio de León, Guanajuato, de 2015 a 2021, así como su impacto social, son positivos.

Supuesto hipotético 2

Los programas "Bici León" y "Datos Abiertos", implementados por el Municipio de León, Guanajuato, de 2015 a 2021, son consistentes con los principios de innovación social digital y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Objetivo general

Analizar dos programas de innovación social digital realizados por dos instituciones municipales de León, Guanajuato con la finalidad de evaluar su impacto a través de la percepción de los usuarios.

Objetivos particulares

- Identificar las características de los programas de innovación social digital "Bici León" y "Datos Abiertos" implementados en León, Guanajuato.
- Identificar si se requieren nuevos perfiles laborales que deberán ser contemplados al integrar tecnologías digitales a programas y políticas públicas.
- Identificar las alianzas que se deben hacer para poder llevar a cabo programas de innovación social digital
- Analizar las metodologías que se deben implementar para llevar a cabo proyectos de innovación social digital
- Conocer las habilidades y requisitos específicos que deben de tener los usuarios de estos programas.
- Conocer los resultados de dos programas de innovación social digital, la manera en la que los miden, y si estos fueron exitosos bajo esas métricas.

Para dar respuesta al planteamiento del problema el presente documento se encuentra dividido en 5 apartados:

- En el primero se aborda la revisión de la literatura, en este se detallan a profundidad los principales conceptos que nos permiten analizar el problema planteado.
- A continuación, se aborda el marco contextual en el que se relata al lector sobre los sucesos históricos, demográficos, económicos y políticos alrededor del tema de investigación.
- En el tercer apartado se explica el diseño metodológico y se detalla el proceso de la investigación, y los criterios para elegir a los dos programas de innovación social digital. Asimismo, se utilizó la triangulación de información para validar la información presentada, para esto se recabó ésta de tres fuentes diferentes: investigación de gabinete (libros, informes, planes de gobierno, etc.), entrevistas a actores considerados clave y una encuesta de percepción a los usuarios.
- En el cuarto se presentan, de manera detallada, los resultados de la investigación de campo.
- En el quinto se retoma el planteamiento del problema y se discute cómo fue resuelto a la luz de los resultados obtenidos; asimismo, se presentan los principales hallazgos y se ofrecen propuestas de solución. Finalmente, se presentan las limitaciones de la investigación y las futuras líneas que se abren a partir de ésta.

1. Marco Teórico

La tecnología como un medio

La entrada a la nueva revolución industrial trae consigo una serie de cambios con una aceleración sin precedentes, y si se compara con las anteriores cuyo ritmo de cambio era lineal, se puede notar una evolución exponencial en la Industria 4.0 (Schwab, 2016).

De acuerdo al fundador y presidente ejecutivo de World Economic Forum, Klaus Schwab (2016), esta serie de cambios trae consigo tanto desafíos como oportunidades: desde la perspectiva optimista, Schwab ve a la era digital como una oportunidad para aumentar el ingreso global, mejorar la calidad de vida, aumentar el acceso a las tecnologías, aumentar la productividad, y con ello, crear economías más sostenibles. Desde el punto de vista negativo, Schwab (2016) menciona los señalamientos de los economistas Erik Brynjolfsson y Andrew McAfee y su preocupación por el aumento en la desigualdad, la pérdida de empleos, y el rezago de aquellos que no tengan acceso a la tecnología.

Si bien para algunos el cambio puede resultar incómodo o desestabilizador, no debemos olvidar que es parte fundamental de la evolución humana y no tenemos otra opción que adaptar la situación para sacarle el mayor provecho. Schwab (2016) afirma que debemos aprovechar la oportunidad y el poder que tenemos para dirigir la Cuarta Revolución Industrial hacia un futuro que refleje nuestros objetivos y valores colectivos.

A continuación, se desarrollan los conceptos de Industria 4.0, digitalización, tecnologías 4.0, innovación social, innovación social digital y capacidades laborales; estos nos permiten fundamentar los resultados de la investigación.

Industria 4.0 y Digitalización

Con el objetivo de promover el cambio industrial y de obtener una posición de liderazgo global en el sector manufacturero, el gobierno alemán, en colaboración con el sector industrial y el científico, promueve la iniciativa llamada “Industria 4.0” (Baldassarre, Ricciardi, y Campo, 2017). Esta iniciativa busca una producción descentralizada, autónoma y en tiempo real, metas viables gracias a la dedicación e inversión alemana en tecnología y mejora de los sectores manufactureros (MacDougall, 2014). Con ella, llega una ola de iniciativas por parte de otros países industrializados: Estados Unidos, con el Advanced Manufacturing Partnership en 2011, o el ya mencionado “*Industrial Internet Consortium*”, Francia con “Alliance for the Future” en 2015, o su referencia a la era digital como “La economía numérica” (Hualde, 2020, p. 34), e Italia con

el plan “Industry 4.0”, entre otros (Baldassarre, Ricciardi, y Campo, 2017). Nadie se quiere quedar fuera en esta transición hacia la era digital.

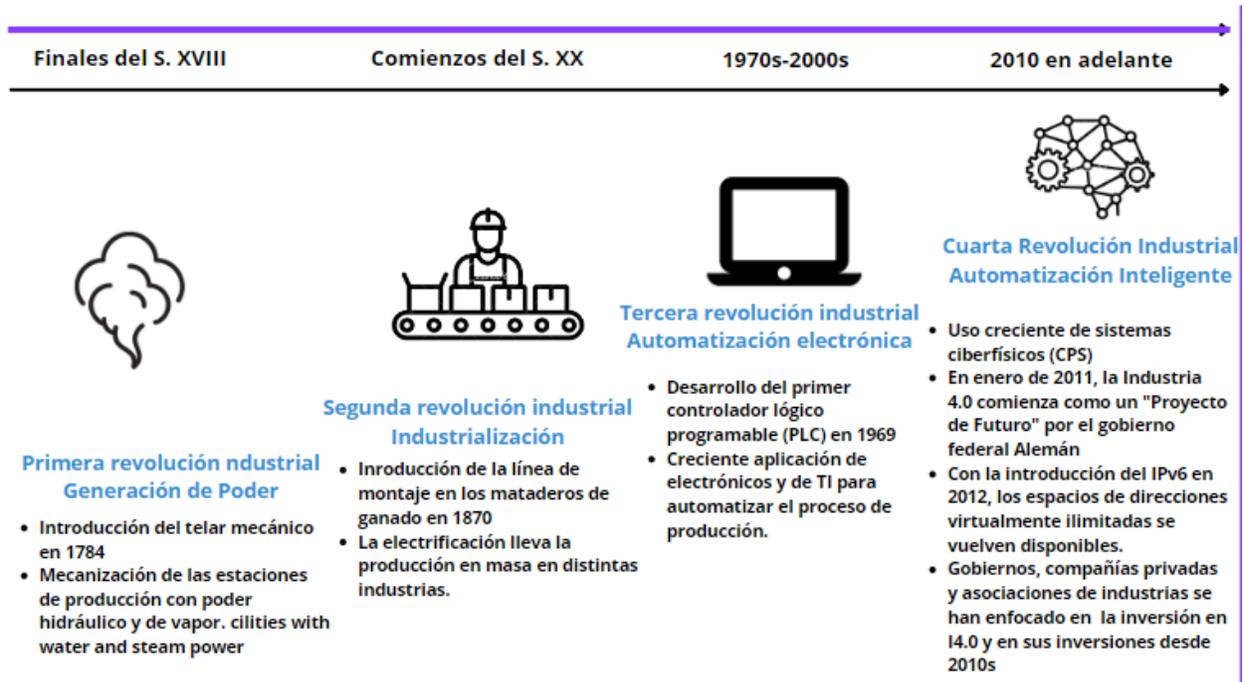
Bautizada así en la Feria de Hannover 2011 (Sniderman, Mahto, y Cotteleer, 2016), y definida por Macdougall (2014) como un cambio de paradigma logrado gracias a los avances tecnológicos que permiten una producción industrial en la que la maquinaria no solo procesa el producto, sino que el producto mismo se comunica con la maquinaria para indicarle exactamente qué hacer. La Industria 4.0 representa la cuarta revolución industrial, término acuñado por Schwab (Xu, David y Kim, 2018), y trae consigo maneras más innovadoras de producción. Algunos aspectos característicos son el alto grado de individualización y bajo grado de volumen en su producción, la cual busca hacerse en tiempo real (MacDougall, 2014).

Si nos remontamos a unos siglos atrás, recordaremos que la primera revolución industrial (popularmente considerada como La Revolución Industrial) se dio a finales del siglo XVIII con la invención del telar mecánico en 1784, y la introducción de la máquina de vapor (MacDougall, 2014). Esto ayudó a agilizar los procesos de producción y a reducir los tiempos de transporte con la locomotora.

Menos de 100 años después, en la industria empacadora de carne de Cincinnati, se comenzaron a ver las líneas de ensamblaje y se introdujeron las divisiones de trabajo y la producción en masa gracias al uso de energía eléctrica. También en esta revolución surgió la famosa Línea de ensamblaje de Ford (Van Duuren, 2016). Van Duren (2016) señala que durante las primeras dos revoluciones, la única manera de aumentar la producción era aumentando la fuerza laboral, denominando a esta una “Scalable efficiency: doing things right”.

En 1969, el primer controlador lógico programable fue desarrollado, dando paso a la tercera revolución industrial. A esto se sumaron después las tecnologías de la información, y se crearon robots autónomos capaces de realizar diversas tareas (Sniderman *et al.*, 2016). Poco después llegó el internet, derivado del proyecto militar “ARPANET”, que después fue desarrollado y convertido en la World Wide Web (Van Duuren, 2016). Esta revolución cambió su tipo de escalabilidad: a mayor número de TICs y tecnología manufacturera, mayor producción. A esto denomina Van Duuren (2016) “Scalable Adaptability; doing the right thing”.

Figura 1: Cronología de las Revoluciones Industriales



Fuente: traducido de Sniderman *et al.*, 2016, p. 4.

Como se aprecia resumidamente en la Figura 1, la primera revolución utilizó como fuente de poder el agua y el vapor, pudiendo así mecanizar la producción. La segunda se hizo de una gran cantidad de poder eléctrico para poder producir de manera masiva. La tercera hizo uso de las TICs y la electrónica para introducir el uso de robots, y otras máquinas automatizadas. Esta última funge como los cimientos que dan origen a la cuarta, caracterizada por una fusión de tecnologías que buscan eliminar las barreras entre el mundo físico, el digital y el biológico (Schwab, 2016).

Es así como en la segunda década del siglo XXI se llega a la Cuarta Revolución Industrial (Schwab, 2016), caracterizada por ser una red inteligente que conecta, por medio del internet, a distintos pilares tecnológicos que interactúan el uno con el otro, y analizan los datos en tiempo real prediciendo procesos más rápidos, flexibles y eficientes para generar productos de mayor calidad a menor costo. (Russmann *et al.*, 2015). Esto trae como consecuencia una mayor competitividad para las compañías, y las regiones en las que están establecidas, ya que hay un incremento en la manufactura, crecimiento económico e industrial, y una modificación del perfil laboral.

Habiendo conocido el origen del término, y la narrativa que hay detrás, es importante remarcar que hay mucha discusión alrededor de la denominación de la "Industria 4.0". Uno de los motivos es que algunos la consideran una prolongación de la tercera revolución. Ante esto, Schwab

(2016) da tres razones por las cuales es considerada una revolución diferente. La primera es la velocidad con la que evoluciona, que en este caso tiene un incremento exponencial. La segunda es el alcance, ya que no se detiene en industrias específicas, sino que abarca incluso aspectos sociales y políticos (los cuáles dirigen este trabajo de investigación), y tercero es el impacto en los sistemas de producción, administración y gobernación, que se verán muy transformados en los años por venir.

Van Duurer (2016), además de las anteriores diferencias, anota que la I4.0, no sólo empodera a las empresas, también empodera a las personas. El mundo digital está a nuestro alcance, e incluso se ha convertido en una extensión de nosotros gracias a la infinidad de gadgets con los que contamos. Este “Ecosystem of computing” (Van Duurer, 2016) nos rodeará y cada vez será menos intrusivo, más natural, y más parte de nosotros. Definitivamente es algo que no sucedió en las revoluciones anteriores.

Micheli, (2020), por su parte, abre la discusión sobre el término industria 4.0 indicando que este va específicamente orientado a la generación de información sobre el proceso de transformación y logística de las tecnologías digitales involucradas, siempre orientado a temas productivos del sector privado. Siguiendo la línea de Micheli, la investigación de Martínez, Alvarez y García (2020) indica que “El término “Industria 4.0” es empleado en Alemania para referirse al cambio digital de las estructuras industriales, también conocido en otros países como digitalización productiva y que da cuenta de la Cuarta Revolución Industrial.” (p. 22)

Brennen y Kreiss (2016) indican que el término digitalización se refiere a la adopción en el uso de tecnología digital o computacional por una organización, industria, país, etc. En otras palabras, lo definen como la manera en la que todo aquello dominado por la vida social es reestructurado alrededor de la comunicación digital y la infraestructura de los medios. Si bien los alemanes fueron los primeros en acuñar un nombre y una narrativa a esta serie de políticas públicas que innovan los procesos de producción industrial, para los fines de esta investigación (que son de carácter social) se usará el término “digitalización” para englobar todos los esfuerzos por vincular estas nuevas tecnologías en los diferentes escenarios de la vida humana.

Tecnologías digitales

Las tecnologías que forman parte de la digitalización no son en su totalidad recientes, algunas de ellas ya se habían usado con anterioridad de manera independiente, con resultados satisfactorios. La integración, automatización y optimización de un flujo de producción integrado por estas tecnologías permitió obtener resultados altamente eficientes (Russmann, 2015). A continuación, se presentan las tecnologías de la era digital.

Big Data

Los datos que arroja todo proceso de producción pueden servir para medir y pronosticar una gran cantidad de cosas: tiempos de mantenimiento preventivo, posibles fallas, posibles mejoras, desperdicios, ahorro energético, etc. (PI4.0, 2018) Estos datos, y las condiciones de los productos, se pueden combinar y analizar de manera que se obtengan métodos para hacer los productos de manera más eficiente. La recopilación y evaluación de los datos de las diferentes fuentes en tiempo real sirven como guía para la toma de decisiones instantáneas (Gerbert, 2015).

A esta enorme cantidad de datos usados para su posterior análisis se les llama “Big Data”, y según Doug Laney, se componen de las 3Vs: Volumen, Velocidad, y Variedad (SAS Analytics, 2018). Aunque la agencia SAS Analytics (2018) añade dos dimensiones más: *Variabilidad*, debido a inconsistencia de los datos a través del tiempo, y *Complejidad*, debido a las diferentes fuentes generadoras y transformadoras de datos, y la necesidad de correlacionarlos, jerarquizarlos y vincularlos para su análisis. Aquí ya no solo hace referencia a los datos arrojados en las industrias de manufactura, sino a los obtenidos en otros ámbitos como lo pueden ser las redes sociales, los motores de búsqueda en internet, o cualquier otro proceso digital que genere información.

Conforme crece la relación entre el proveedor y el receptor de datos, crece la intriga por la cuestión del manejo correcto de estos. En cuanto a los sistemas usados en la tercera revolución industrial, estos no estaban diseñados para conectarse entre sí, por lo que conllevan riesgos de seguridad (Sniderman *et al.*, 2016). Este es el motivo principal por el cual en un futuro la seguridad cibernética será primordial en toda empresa que use esta tecnología. La inversión en complejos algoritmos criptográficos resultará costosa, pero altamente necesaria.

Robots Autónomos

La Organización Internacional para la Estandarización (ISO) define al robot industrial como un reprogramable manipulador multitareas, controlable automáticamente, capaz de moverse en tres o más ejes (International Federation of Robotics, 2018). Este tipo de tecnología ya se podía presenciar en la tercera revolución industrial, donde veíamos robots desarrollando tareas complejas e incluso armando otros robots. El cambio que surge ahora es que estas máquinas se están volviendo autónomas, flexibles, e incluso capaces de interactuar entre sí y lado a lado con los humanos (Russmann *et al.*, 2015). En un futuro no muy lejano, y gracias a la inteligencia artificial, estos robots incluso serán capaces de aprender de los propios humanos.

Gracias al acelerado avance tecnológico, estos robots cada vez serán menos costosos. La creación en grandes volúmenes de sensores, cámaras, giroscopios, antenas, entre otros componentes, permitirán a muchas más empresas contar con máquinas que se puedan adaptar

al ciclo de trabajo humano, en vez de que el humano se tenga que adaptar al de las máquinas. (MacDougall, 2014)

Los robots autónomos permiten que labores y empleos repetitivos, sobre todo aquellos que requieren de una alta demanda física, se puedan llevar a cabo por máquinas con mayor precisión y eficiencia (Schwab, 2016). Esto se verá reflejado en mejoras en la seguridad laboral, y la reorientación del capital humano hacia labores complejas que demandan más cerebro que fuerza. Por otro lado, uno de los mayores temores hacia esta innovación, como ha sucedido en épocas anteriores, es que esta sustitución lleve a la pérdida masiva de empleos para aquellos que no logren desarrollar nuevas habilidades y adaptarse a la era digital, causando desigualdad y crisis laboral, sobre todo en los países menos desarrollados (Schwab, 2016).

Simulación

Gracias al Big Data, y a los programas de simulación ya existentes, será posible hacer simulaciones de manera más intensiva en las operaciones de planta. Si bien ya se hace uso de las simulaciones en 3-D, las que están por venir servirán como un reflejo del mundo real y permitirán hacer pruebas específicas y con altos niveles de exactitud para poder optimizar procesos, reducir riesgos, otorgar capacitaciones, entre otras funcionalidades (Russmann, 2015). Estas pruebas en el mundo virtual, servirán para disminuir costos, tiempos y para incrementar la calidad y la eficiencia de las operaciones (Russmann, 2015).

Parrot y Warshow (2017) hacen mención del “digital twin” que es una simulación o una imagen digital de un objeto o proceso físico (comienza a ser necesario especificar si es físico o digital) que sirve para optimizar el rendimiento de la empresa. A pesar de lo costoso que antes resultaba procesar todos los datos necesarios para obtener esta simulación, con este avance será posible aumentar la velocidad con la que los productos llegan al mercado, mejora de operaciones, disminución de defectos, e incluso, originar nuevos modelos de negocio.

Integración Horizontal y Vertical de Sistemas

Toda compañía se integra de varios departamentos encargados de diferentes funciones: branding, I+D, Producción, Logística, Calidad, entre otros. A estos se les denomina “Sistema vertical”, y tradicionalmente no se encontraban muy conectados (Russmann *et al.*, 2015). De igual manera, las cadenas productivas se componen de proveedores, compradores, y consumidores finales. Estas son denominadas “sistema horizontal”, y su grado de vinculación solía ser muy bajo (Russmann *et al.*, 2015). Esto causaba fallas en la comunicación y la logística, causando errores, retrasos, y altos costos por fallas.

Gracias a la entrada de la I4.0, las compañías, sus funciones, sus departamentos y sus capacidades se podrán mantener en continuo contacto gracias al gran tráfico y análisis de datos que habrá entre ellas. Se crearán cadenas de valor totalmente automatizadas, en las que el consumidor final podría ser parte activa del proceso de producción, e incluso de la logística de su transportación. (PI4.0, 2018). Ahora son las soluciones las que se adaptarán al consumidor, con este lazo productor-consumidor más estrecho y de mayor comunicación, mejorarán los tiempos de entrega, la satisfacción del cliente y la experiencia de compra.

Seguridad Cibernética

Uno de los retos más grandes de la I4.0 es el de realizar una transición de las tecnologías de la tercera revolución, a las de la era digital, de manera segura y sin incidentes. Con el descubrimiento de nuevas tecnologías para fines positivos, llegan también nuevas amenazas que buscan quebrantar y aprovecharse de los puntos vulnerables persiguiendo distintos objetivos. La necesidad de proteger sistemas industriales críticos y líneas de manufactura, por citar algunos ejemplos, aumenta de manera significativa (Russmann *et al.*, 2015).

Además de los daños directos que el robo de datos, filtración de propiedad intelectual, u otros tipos de afectaciones puedan causar, también están los efectos que estos arrastran: costos de reparación de daños, reputación de la marca o de la institución, posición competitiva, e incluso el ingreso de las compañías (Boston Consulting Group , 2018a). Todos estos aspectos deben ser considerados por las compañías y organizaciones para poder desarrollar los apropiados sistemas de protección, y para entender la necesidad de invertir grandes sumas de dinero en ellos.

Los programas de seguridad cibernética deben estar enfocados en la confidencialidad de los datos, la integridad y la disponibilidad. Cualquier acción debe ser rastreable, así como el origen y trayectoria de cada pieza de información. Boston Consulting Group (2018a) considera que, para afianzar el éxito de la seguridad cibernética, los ejecutivos deben centrarse en seis aspectos: estudiar cada ángulo, evaluar los riesgos, crear un equipo de expertos en seguridad cibernética, estar listo para cualquier falla, buscar constantemente debilidades, y ser precavidos haciendo de la seguridad cibernética parte del proceso de la compañía. Con todo y estas acciones, ningún sistema es 100% seguro de ataques, pero a pesar de todos los riesgos y las precauciones que trae consigo la transición a la era digital, la era digital no da marcha atrás.

La Nube

Este pilar, cuyo nombre es meramente metafórico, se refiere a una entidad digital que consiste de una enorme red de servidores remotos, conectados entre sí, alrededor del mundo (Microsoft Azure, 2018). Están diseñados para trabajar como un solo ecosistema, y en ellos se puede almacenar y administrar información, usar aplicaciones, enviar y compartir contenido, u otorgar servicios de streaming (Microsoft Azure, 2018). La nube permite acceder a la información que esté almacenada ahí, desde cualquier aparato que tenga acceso a internet.

Prácticamente todos los pilares de la I4.0 necesitarán acceso a la nube para compartir información relevante a los procesos en los que se encuentran trabajando. Es así como el internet y la nube se convierten en el cerebro de esta cuarta revolución industrial. Russmann *et al.* (2015), aseguran que el rendimiento de las tecnologías de la nube incrementará, logrando tiempos de reacción de unos cuantos milisegundos. Esto permitirá una mayor cantidad de servicios y aplicaciones en colaboración con el Big Data, para mejorar los sistemas de producción.

Impresión 3D

De acuerdo a la académica Linke (2017) del MIT, la impresión 3D, también conocida como “manufactura aditiva”, es el proceso de crear un objeto construyéndolo una capa a la vez. Ella misma aclara que es el opuesto de la “manufactura substractiva”, la cual toma un bloque sólido de material y sustrae parte por parte hasta obtener el objeto final. El uso de la impresión 3D comenzó en los 80’s con la finalidad de crear prototipos rápidos que servían como modelo a escala, pero no eran funcionales. Esta estrategia reducía los costos y el tiempo que conllevaba crear un prototipo. (Linke, 2017)

Actualmente, las más sofisticadas impresoras 3D son capaces de crear productos funcionales. La complejidad está en el diseño de los productos, ya que se necesita usar softwares específicos para la elaboración de los productos (Linke, 2017). Aun así, poder pasar una idea del estado digital al real en cuestión de minutos es un gran avance, y un triunfo para la era digital. Con el tiempo, estos métodos serán cada vez más usados, reduciendo su costo, y ofreciendo distintas opciones a los usuarios.

La capacidad de contar con una impresora 3D cada vez más cerca del consumidor final, permite una descentralización de la producción, y una reducción en los tiempos de transporte, y en la cantidad de inventarios (Russmann *et al.*, 2015). Incluso, Linke (2017) hace referencia a la “impresión 4D”, que imprime objetos en 3D que son capaces de transformarse con el tiempo sin necesidad de la interacción humana, como los biomateriales. Con la reducción drástica de los costos de este tipo de tecnología, es posible incluso contar con una impresora pequeña para uso personal.

Realidad Aumentada

Este pilar es de los que menos desarrollados se encuentran, según Russmann *et al.* (2015), pero el potencial que tiene es enorme. La realidad aumentada es la tecnología que sobrepone información y objetos virtuales sobre una escena física en tiempo real (Marr, 2018). Conforme esta tecnología se vuelve más sofisticada, y sus aplicaciones en diversos comercios e industrias se expande, la demanda y las inversiones también lo hacen. Videojuegos, aplicaciones para tiendas minoristas, localizadores, educación, son solo algunas de las opciones que tiene esta tecnología.

En un futuro, la realidad aumentada proveerá a los trabajadores de información en tiempo real para mejorar la toma de decisiones y los procesos de trabajo. La tecnología de simulación irá muy de la mano con la de la realidad aumentada, ofreciendo panoramas digitales con los que, entre otras cosas, se podrá capacitar a empleados que laboran en zonas de alto riesgo (Russmann et al., 2015). De esta manera, se podrán evaluar sus conocimientos, y su capacidad de reacción, sin incurrir en posibles peligros.

Inteligencia Artificial (IA)

El concepto de inteligencia artificial cada vez resuena más en la vida contemporánea, sin embargo, su desarrollo no es del todo reciente. Desde los años 50's el destacado matemático, Alan Turing, comienza con la publicación de trabajos en los que cuestionaba la posibilidad de que las máquinas pensaran, y en 1956 el informático John McCarthy acuña el término "inteligencia artificial", a lo que después definió como "La ciencia e ingeniería de hacer inteligentes a las máquinas, especialmente programas computacionales inteligentes. Está relacionada con la tarea de usar a las computadoras para entender la inteligencia humana, pero la IA no se debe confinar a métodos que son biológicamente observables." (IBM Cloud Education, 2020).

IBM Cloud Education (2020) ofrece otra definición de la IA en su forma más simple, indicando que es un campo que combina la ciencia con un gran número de datos para permitir resolver problemas. Al adentrarnos más en este concepto, nos topamos con subsecciones de machine learning y deep learning, que suelen ser mencionados en conjunto con la IA. Ambas disciplinas están desarrolladas con algoritmos de IA que buscan crear sistemas expertos en hacer predicciones o clasificaciones basados en datos previamente dados.

Podemos notar la inteligencia artificial en diversas tareas cotidianas: desde el uso de asistentes virtuales, hasta los chatbots de las páginas web que consultamos. El filósofo Nick Bostrom, y el científico Stephen Hawking anticiparon que en menos de 100 años las máquinas nos superarán, pero lejos de convertirnos en obsoletos, tendremos un espectro mucho mayor de posibilidades para resolver problemas nuevos gracias a todas acciones que la IA pondrá a nuestro alcance (Iberdrola, s.f.).

Internet de las Cosas

Comúnmente abreviado como “IoT” (internet of things), el internet de las cosas puede considerarse como la pieza clave que permite las fábricas inteligentes (Smart factories). Oracle (s.f.) lo define como la red de objetos físicos (o cosas) que cuentan con sensores, software y otras tecnologías que tienen como objetivo conectarse en intercambiar datos entre dispositivos y sistemas por medio de internet. Estas “cosas” no están limitadas a las industrias, también pueden ser objetos de uso común en casa, como refrigeradores, televisores, o celulares inteligentes (Oracle, s.f.)

Micheli (2020) lo define como un grupo de dispositivos digitales y objetos móviles con identificadores únicos, capaces de transferir datos a través de una red sin intermediación humana. Una fábrica que emplea esta tecnología digital típicamente realiza las siguientes funciones en tiempo real sin intervención humana: operación de la línea de producción, monitoreo de la calidad, tanto predictiva como correctiva; registro del inventario y sus flujos.

La descentralización de las analíticas y de la toma de decisiones que ofrece el IoT, otorga una increíble capacidad de respuesta en tiempo real y flexibilidad para llevar a cabo los procesos industriales (Rusmann, 2015). Esto permite que la interacción humano-máquina sea confiable, precisa y veloz, aumentando la seguridad y la eficiencia en el proceso productivo.

Aprendizaje e investigación continuos

Como se ha mencionado anteriormente, la tecnología ha ido evolucionando a un ritmo sumamente acelerado en los últimos años. Tanto la competencia entre entes privados, como la competencia entre los países por contar con mejores desarrollos tecnológicos, han llevado a que haya un mayor enfoque en la investigación continua y el desarrollo de nuevos productos. Y esto a su vez, ha creado la necesidad de que las personas estén cada vez mejor preparadas para operar y crear las tecnologías del futuro (World Economic Forum, 2016). En este nuevo mundo gobernado por las tecnologías de la información, quienes dominen su uso y desarrollo tendrán una ventaja significativa.

A continuación, se detallarán dos conceptos de gran relevancia cuando se refiere al grado de preparación que tiene una sociedad u organización para los retos del futuro. Uno de ellos es la Investigación y Desarrollo (I+D), que suele estar más vinculado, más no limitado, con el sector privado y las industrias tecnológica. El otro concepto son las competencias laborales, las cuales aplican a cualquier perfil de trabajo. La promoción de ambos es elemental para garantizar que las tecnologías digitales puedan aprovecharse de forma óptima, tanto para fines lucrativos como para fines sociales.

I+D: Investigación y Desarrollo

La investigación y desarrollo (I+D) es la búsqueda de conocimientos científicos y técnicos con la finalidad de crear tecnologías, y por ende, nuevos productos, materiales, procesos o servicios (López, 2016). Esta búsqueda es llevada a cabo por empresas, instituciones académicas e instituciones públicas. De acuerdo con López (2016), recientemente se ha hecho referencia a la innovación como un tercer elemento complementario a la investigación y al desarrollo, quedando las siglas I+D+i.

Entre las ventajas de la I+D se encuentra la creación de nuevas soluciones, la mejora de los productos o servicios ya existentes, el aumento en la competitividad, la reducción de los costos, cuestiones de sostenibilidad, entre otras (Ross, 2021) Estas ventajas dejan claro que por alta que sea la inversión en I+D, se retribuye por beneficios que llegan en el futuro. Inicialmente, permite crear dentro de la compañía un ambiente de curiosidad y cuestionamientos, en el que los colaboradores piensan constantemente cómo podrían mejorar los procesos actuales.

De acuerdo con un reporte de la CEPAL (2017), las tres principales industrias que mayor porcentaje destinan a la I+D son la electrónica y computación, la industria de la salud, y la industria automotriz. Este reporte hace un amplio enfoque específico en la industria automotriz, y la competencia por parte de empresas tecnológicas de la talla de Google, Apple, Samsung, en desarrollar vehículos de conducción autónoma y amigables con el medio ambiente.

Una cosa importante debe quedar clara: la I+D no es exclusiva de empresas multinacionales, ni de empresas de tecnología. Toda aquella empresa, sin importar su ramo o tamaño, que busque mejorar sus procesos o sus productos, necesita un departamento, un equipo, o al menos una persona que estudie los problemas actuales y busque soluciones apropiadas para mejorar la situación. Por esto es que es importante, y debe fomentarse, la colaboración y la estrecha relación entre las empresas y las instituciones educativas.

Competencias Laborales

A lo largo de las revoluciones industriales, los empleados han tenido que adaptarse a las tecnologías que surgen. Mediante capacitaciones, especializaciones en el sistema educativo, y por mera experiencia es que las personas han obtenido las habilidades necesarias para desempeñarse en los puestos donde laboran.

Escobar (2005) cita a Spencer & Spencer para definir las cinco características que describen a las competencias:

1. " Motivaciones que determinan el comportamiento de las personas hacia determinados tipos de acciones: logro, afiliación y poder." (Escobar, 2005, pp. 36)

2. " Rasgos del carácter que justifican los tipos de reacciones ante determinadas situaciones." (Escobar, 2005, pp. 36)

3. " Capacidades personales, valores relacionados con las actitudes, valores y auto-imagen." (Escobar, 2005, pp. 36)

4. " Conocimientos. Conjunto de conceptos relacionados con las habilidades asociadas al desempeño." (Escobar, 2005, pp. 36)

5. " Habilidades, capacidad para realizar determinado tipo de actividades físicas y mentales." (Escobar, 2005, pp. 36)

Se entiende, entonces, como competencias laborales al conjunto de habilidades, conocimientos y capacidades, adquiridas de diversas maneras, que usan las personas para desempeñarse, tomar decisiones y resolver problemas en sus puestos de trabajo.

Los cambios y disrupciones que trae consigo la digitalización, también representan cambios en los habilidades y capacidades laborales de los empleados. Mientras algunos empleos se verán sustituidos por maquinaria y tecnología de la I4.0, surgirán nuevos que buscarán llevar las riendas de esta cuarta revolución (WEF, 2016). De acuerdo con Martínez (2020), los perfiles laborales de la era digital deberán considerar espacios de trabajo que motiven el aprendizaje continuo, y tres tipos de habilidades: metacognitivas, habilidades duras, y habilidades blandas.

Alex Gray (2016) considera que para 2020 más de un 35% de las capacidades laborales consideradas "importantes" hoy en día, habrán cambiado. Para muestra de esto, Gray se basa en el Reporte del Foro Económico Mundial sobre el Futuro de los Empleos para exhibir 10 de las competencias más importantes de 2020: 1. Solución de Problemas complejos 2. Pensamiento Crítico 3. Creatividad 4. Manejo de Personas 5. Coordinación con equipos de colaboradores 6. Inteligencia Emocional 7. Juicio y toma de decisiones 8. Orientación al Servicio 9. Negociación 10. Flexibilidad Cognitiva.

Para poder asegurar que las competencias laborales de la futura fuerza laboral sean las apropiadas, Russmann *et al.* (2015) consideran que productores y proveedores deben colaborar para adaptar la infraestructura y la educación necesarias para sustentar la demanda que traerá la I4.0. WEF (2016), asegura que la mayoría de los sistemas educativos de todos los niveles proveen un tipo de entrenamiento bastante aislado y con prácticas referentes a sistemas del siglo pasado, afectando consecuentemente al mercado y al talento laboral.

El sector industrial, el sector educativo y el gobierno deben buscar la mejora en la currícula escolar, los entrenamientos y los programas educativos para que estos tengan enfoques de

emprendimiento y de mejora de habilidades relacionadas con la innovación y las TICs (Russmann, 2015). El Foro Económico Mundial considera que lo anterior no será suficiente, y esclarece que también se debe plantear un sistema de entrenamiento constante y aprendizaje continuo para que la fuerza laboral se mantenga al corriente de los avances e innovaciones en el sector (World Economic Forum, 2016).

La transición a la cuarta revolución industrial sucedió de manera tan apresurada, que los métodos de capacitación y entrenamiento de personal parecen haberse atrasado. Es evidente que será un reto adaptar e implementar sistemas educativos modernos para que los empleados cuenten con las competencias laborales necesarias para impulsar la I4.0, y para dar oportunidad a aquellos que se ven en riesgo de perder sus puestos.

Las personas como un fin

Si bien la tecnología es esencial para la evolución y el desarrollo de las sociedades, no debemos dejar de lado a las personas. Es el ser humano quien debe verse favorecido por las nuevas oportunidades que crea el conocimiento, y como acentúa Schwab (2016), una de las características de esta cuarta revolución industrial, es que las personas se vean beneficiadas por las nuevas tecnologías en diferentes ámbitos, no solo dentro de la industria.

Naciones Unidas (s.f. a) comparte varios ejemplos de cómo las tecnologías digitales pueden tener impactos sociales positivos. Uno de ellos es la implementación de la inteligencia artificial en el sector salud, aportando a la mejora en los diagnósticos de enfermedades y a la prolongación de la esperanza de vida (Naciones Unidas, s.f. a). Otro sector ampliamente beneficiado es el de la educación, en el cual la formación a distancia y los entornos virtuales han permitido dar mayor acceso a estudiantes en condiciones complejas (Naciones Unidas, s.f. a). En los siguientes apartados se describe a la innovación social, y cómo a esta puede amplificar su impacto cuando es complementada con diversas tecnologías digitales.

Innovación Social

En los últimos dos siglos de la historia hemos presenciado proyectos y acciones que tienen como finalidad tener un impacto benéfico para las comunidades mediante procesos o productos que no se habían desarrollado anteriormente. De acuerdo con Westley, McGowan, y Tjornbo (2017), Geoff Mulgan data los inicios de la innovación social en la revolución industrial debido a la migración masiva de las personas hacia las ciudades, y el cambio y retos que esto trajo en los sistemas de sociedad civil. Para ese entonces, los actores que llevaban a cabo estos proyectos no les denominaban “innovaciones sociales”, eran simplemente considerados como acciones en beneficio de la sociedad.

Fue hasta los inicios del siglo 20 que este término comienza a emerger, y a partir de la década de los años sesenta tiene un crecimiento acelerado en distintas publicaciones (Westley *et al.*, 2017) A pesar del crecimiento de la popularidad de este concepto, sobre todo por el hecho de contener la palabra “innovación” que suele interesar mucho en ámbitos políticos, empresariales, y educativos, Westley *et al.* (2017) indican que rara vez se ha usado de manera analítica, ya que suele usarse de manera descriptiva. Otro motivo por el que la innovación social ha ganado popularidad en las últimas décadas es por la incapacidad que han tenido las políticas y estructuras actuales de resolver los grandes retos que actualmente aquejan a nuestra sociedad, como el cambio climático, la desigualdad global, las pandemias, entre otros (Murray, Cauler-Grice y Mulgan, 2010).

Basado en un enfoque que combina teorías de resiliencia, de sistemas adaptativos y de innovación de procesos, Westley *et al.* (2017) definen de manera robusta y analítica a la innovación social como un nuevo programa, política, procedimiento, productos, proceso y/o diseño que busca resolver un problema social, y en el fondo, cambiar los flujos de los recursos y la autoridad, las rutinas sociales, y los valores culturales del sistema social que creó ese problema desde el inicio.

Una definición más sencilla del concepto es la de Murray *et al.* (2010) señalándole como aquellas nuevas ideas, ya sean productos, servicios, y modelos, que de manera simultánea satisfacen necesidades sociales y crean relaciones o colaboraciones entre actores de la sociedad. Este enfoque va más orientado a la participación ciudadana de la sociedad en la mejora de sus comunidades, y se centra más en los resultados y las conexiones que resultan. Además, la Comisión Europea en su “Guía de la Innovación Social” señala que estas innovaciones no solo son buenas para la sociedad, sino para mejorar la capacidad de actuar de los individuos. (Anheier, Krlev y Mildemberger, 2019).

Sin importar la variedad de definiciones que le pueden ser acuñadas al término, Social Innovation Academy (SN) considera 5 características elementales en las innovaciones sociales:

- Un enfoque abierto y compartido, en temas de aprendizaje e información
- Multidisciplinario y más integrado con la resolución de problemas
- Soluciones personalizadas a los beneficiarios, en vez de masificadas
- Guiado en la demanda, no empujado por la oferta
- Una fuerte participación ciudadana

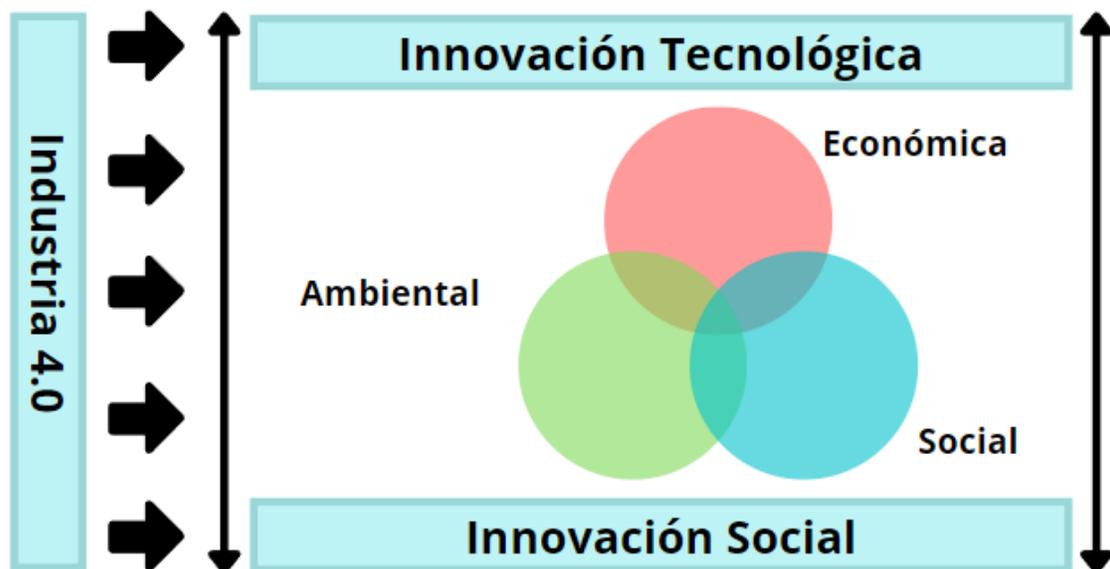
El último aspecto es elemental para que los proyectos cuenten con el capital humano que los lleve a cabo. La participación ciudadana, específicamente la juvenil, es definida por la Oxfam (2014) como todas aquellas iniciativas que los jóvenes pueden elegir para mejorar sus condiciones de vida, y las de sus comunidades, siendo siempre tomados en cuenta y reconocidos

como actores importantes en la toma de decisiones (2014). Es importante mencionar que esta participación no necesariamente debe pasar por instancias públicas.

Según Murray *et al.* (2010), la innovación social se distingue de la tecnológica o la comercial debido a que sus resultados incluyen también las relaciones y redes de colaboración que se crean en el proceso. Esto conlleva a que los procesos, métricas, modelos y métodos de la innovación tecnológica o comercial no se puedan siempre transferir a la social. Incluso el mismo proceso de la innovación social, el cual consta de 6 etapas: Diagnósticos, propuestas, prototipado, sostenibilidad económica, escala, y cambio sistémico, no necesariamente debe ir en serie. Puede haber casos en los que se llegue al prototipado de manera directa, debido a que pueden estarse resolviendo problemas que se viven día a día, y de los que no se necesita hacer mucho diagnóstico (Murray *et al.* 2010).

La característica de centrarse siempre en mejorar las condiciones humanas hace que la innovación social sea un campo de estudio cada vez más abordado en el mundo. En este aspecto es muy similar a las características de las tecnologías digitales en la industria, que buscan que el usuario esté al centro, y que la producción pueda enfocarse en necesidades más específicas; pasar de un modelo *business-to-consumer* (negocio a consumidor) a un modo *peer-to-peer* (persona a persona) (Morrar, Arman y Mousa, 2017).

Figura 2: Marco para salvaguardar el potencial de una Industria 4.0 sostenible



Fuente: traducido de Morrar *et al.*, 2017.

Para los fines de esta investigación, entenderemos a la innovación social como la mejora de procesos, productos, servicios y/o metodologías que tienen como objetivo un impacto social positivo, van interconectadas con la participación de una comunidad, y buscan a largo plazo atacar las causas sistémicas que originan los problemas actuales.

Los grandes problemas sociales y ambientales que aquejan a la humanidad hoy en día, son altamente complejos e involucran una gran cantidad de variables. Sabiendo el tamaño de los retos que tenemos enfrente, damos por hecho que las soluciones deben tener también un alto nivel de análisis y planeación. Los correctos diagnósticos de las problemáticas, junto con las metodologías de innovación social no serán suficientes para mejorar el panorama humano. Se deberá tomar mano de las herramientas tecnológicas que nos ofrecen otros sectores.

La llegada de las nuevas tecnologías a la industria ha permeado al ámbito social permitiendo nuevas formas de interacción que nunca antes se habían suscitado. Las tecnologías digitales han facilitado una enorme cantidad de procesos, creando un mundo mucho más conectado, flexible, y atento a dar respuestas (Morrar *et al.*, 2017). Brynjolfsson y McAfee (2014) señalan que para poder tomar la mayor ventaja de esta nueva revolución industrial, es crucial reconocer el impacto que estas pueden tener en todo el espectro social. Por ende, se debe reconocer que la innovación social debe ir de la mano de la innovación tecnológica para poder lidiar con las problemáticas sociales actuales, y las que se susciten en el futuro. (Morrar *et al.*, 2017)

Morrar *et al.* (2017) incluso señalan un marco para asegurar el potencial de una industria 4.0 sostenible. Este modelo toma como pilares principales a los 3 ejes de la sostenibilidad: económica, social, y ambiental. Estos 3 pilares se satisfacen gracias a soluciones propuestas por los procesos de interacción entre la innovación social y la innovación tecnológica, haciendo uso de los beneficios y tecnologías resultantes de la industria 4.0

Innovación Social Digital (ISD)

Habiendo explicado los principales avances tecnológicos que ha traído la digitalización, y el concepto de innovación social, es natural que ya se hayan buscado maneras de emplear dichas herramientas para generar un impacto social positivo. A esta combinación se le ha denominado innovación social digital, y de acuerdo con Buckland *et al.* (2018) esta es “un tipo de innovación social colaborativa, donde los innovadores, usuarios y comunidades cooperan mediante el uso de tecnologías, crean conocimiento y soluciones para un amplio rango de necesidades sociales, y crecen a gran escala y velocidad gracias al uso de Internet.” (p. 9)

La agencia de innovación social de Reino Unido, Nesta, define a la ISD como el uso colectivo de las tecnologías digitales para atacar retos sociales que van desde la educación, la salud, la democracia y el medio ambiente (Buckland *et al.*, 2018). Estos esfuerzos, según Nesta (2019), van orientados hacia los siguientes objetivos:

1. Usar la tecnología para mejorar la calidad de vida, y reorientar la tecnología hacia fines sociales
2. Empoderar a los ciudadanos para tomar el control de sus propias vidas, y a usar los conocimientos y habilidades comunitarios para efectos positivos
3. Hacer gobiernos más confiables y transparentes
4. Abarcar y promover alternativas colaborativas a los actuales modelos tecnológicos y de negocios
5. Usar la tecnología para crear una sociedad más ambientalmente sostenible

La democratización de las tecnologías ha permitido que cientos de iniciativas de ISD puedan ir progresando y su escalabilidad resulta ser aún más sencilla gracias a los bajos costes de transacción (Buckland *et al.*, 2018). También ha permitido que los beneficios de las iniciativas lleguen de maneras innovadoras a la población objetivo, generando así nuevos modelos de monetización también. Es así como Nesta llegó a clasificar en 4 los tipos de innovación social digital: conocimiento abierto, redes abiertas, datos abiertos, y tecnología abierta (Buckland *et al.*, 2018).

De acuerdo con Buckland *et al.* (2018), la primera, de **conocimiento abierto**, se define como “Grupo de personas e instituciones que unen y crean conocimientos y esfuerzos en plataformas en línea. El conocimiento se vuelve público en formato accesible y reutilizable.” (p. 16). Casos como las plataformas de financiamiento colectivo, las de mapeo o las aplicaciones de cooperación ciudadana, cuentan con este tipo de ISD. (Buckland *et al.*, 2018).

Un caso de éxito es la iniciativa colombiana “1DOC3”, plataforma que conecta a profesionales de la salud con personas en distintas localidades 24/7 a través de dispositivos móviles, ya sea vía plataforma web, aplicación móvil, o vía SMS. Esto permite a personas que están en áreas remotas consultar su estado de salud en cualquier momento, y el sistema de inteligencia artificial de la plataforma, junto con el profesional de la salud, permiten otorgar diagnósticos e instrucciones precisas.

Otro tipo de ISD son las **redes abiertas**, en las cuales permiten una conexión colectiva para compartir recursos y solucionar problemas sociales y ambientales. (Buckland *et al.*, 2018). La empresa chilena “Papinotas” es una plataforma que vincula a las familias a la escuela a través de mensajes de texto dentro de una página web. Mediante este enlace se mejora la participación familiar y el rendimiento escolar de los alumnos. Además, ofrecen servicios de digitalización de procesos para que las escuelas aumenten su capital social.

El tercer tipo son las ISD de **datos abiertos**, las cuales buscan formas innovadoras de capturar, usar, analizar e interpretar datos abiertos que vengan por parte de las personas y del ambiente. (Buckland *et al.*, 2018). Podemos ver claramente este tipo de ISD en las bases de datos públicas. La plataforma paraguaya “Semáforo de Eliminación de Pobreza”, es una herramienta tecnológica con la que se mide la calidad de vida de las familias vulnerables en 51 indicadores (Fundación

Paraguay, s.f.). Con este sistema se generan datos relevantes que permiten ejecutar acciones específicas de acuerdo con los desafíos identificados. Además de empoderar a las familias, los datos obtenidos han sido útiles también para las comunidades, organizaciones, empresas, proyectos y gobiernos (Fundación Paraguaya, s.f.).

El cuarto y último tipo de ISD es la de **tecnología abierta**, y se refiere a “la aplicación de hardware para combatir desafíos sociales y ambientales. Logra su objetivo a partir de la participación social mediante el uso de hardware de acceso público.” (Buckland *et al.*, 2018, pp. 16). Etiquetado de árboles, medición de radiación o medición de condiciones específicas en tiempo real. La empresa “Waposat” de Perú ofrece sistemas de monitoreo de la calidad de agua en tiempo real mediante dispositivos que envían información vía internet. De esta manera se pueden vigilar los procesos en los cuerpos de agua y tomar decisiones basadas en datos reales.

El manifiesto de innovación social digital, un documento ratificado por más de trescientas organizaciones en toda Europa, es una iniciativa que busca promover la participación cívica en la ISD, y a la vez hace recomendaciones a tomadores de decisiones sobre cómo llevar una agenda que promueva el uso de las tecnologías digitales y de la innovación social en las políticas públicas (Digital Social Innovation Manifesto, s.f.). Este manifiesto indica que la ISD puede contribuir de manera significativa en 3 aspectos principales: Haciendo más costo-efectivos los servicios públicos, mejorando los estilos de vida de las comunidades, y alineando los negocios a mejorar las necesidades humanas.

Los ecosistemas de ISD, denominados por Buckland *et al.* (2018) como “antenas digitales” se componen de “...actores públicos, privados, académicos y financieros que desarrollan, implantan, emplean y difunden los proyectos” (Buckland *et al.*, 2018, pp. 19). De acuerdo con Buckland *et al.* (2018), todos aportan de distintas maneras:

- a) La sociedad civil dirige el crecimiento de las iniciativas de innovación social digital mediante la utilización y difusión de las soluciones y proyectos desarrollados.
- b) Las comunidades de emprendedores y de financiadores, mediante concursos, convocatorias, eventos y otras dinámicas, dan visibilidad al sector.
- c) El gobierno, al otorgar el apoyo necesario para integrar soluciones exitosas de ISD en las políticas públicas aumenta exponencialmente el impacto y la escalabilidad.

El movimiento de la ISD está teniendo mucho revuelo principalmente en países europeos, donde hay más de 2000 organizaciones, y más de 1000 proyectos. (Stokes, M., Baeck, P., y Baker, T., 2017). A pesar de ello, Digital Social Innovation Manifesto (s.f.) y Stokes, Baeck, y Baker (2017) indican varios retos para la ISD, entre ellos:

- Hay pocos ejemplos de iniciativas cuyo impacto haya escalado.
- Los proyectos y las organizaciones no tienen muy buena conexión

- Hay poca inversión en este tipo de iniciativas
- Las organizaciones y la sociedad civil se han adaptado a un ritmo muy lento a los avances tecnológicos

La recomendación de Stokes, Baeck, y Baker (2017) es que las políticas públicas sigan apoyando las iniciativas y organizaciones que llevan por bandera la ISD, pero además de ello, financiar a los intermediarios que brindan la infraestructura necesaria para que las tecnologías digitales funcionen correctamente.

2. Marco Contextual

Latinoamérica y México

De acuerdo con datos del Banco Mundial, entre 2010 y 2018, América Latina sufrió dos años de recesión, y seis años de un crecimiento económico menos acelerado (Buckland *et al.*, 2018). Aunado a los problemas económicos, Buckland *et al.* (2018) aseguran que las contingencias ambientales, los problemas políticos, y la corrupción frenan los intentos de instaurar las reformas y políticas públicas necesarias para una economía sustentable.

Alrededor del mundo, los países que ratificaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible tienen el compromiso de seguir sus lineamientos en busca de la construcción de un presente que no comprometa los recursos del futuro (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021). Esta Agenda contempla 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas específicas, todos ellos contemplan cinco principios fundamentales que son la base para formular, ejecutar y monitorear sus objetivos y metas: Universalidad, No dejar a nadie atrás, Integralidad, Alianzas multi-actor, y Rendición de cuentas. (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021)

El progreso de la región de Latinoamérica, en el apego a los ODS, es Medio – Alto. No es muy notable un avance unificado como región, y es notable una diversidad en los cumplimientos. Los retrasos en los temas de industria e infraestructura, salud y trabajo, paz y justicia, y desigualdad, son los más destacados (Buckland *et al.*, 2018). Sin embargo, de acuerdo con Buckland *et al.*, (2018) la lucha contra el cambio climático y la pobreza muestran resultados más alentadores. Tenemos el caso de Argentina que se muestra como país que mejor se apega a dichos objetivos, en la posición 41 en el rango de cumplimiento, mientras que Guatemala tiene el que peor desempeño, ocupando la posición 112 (Buckland *et al.*, 2018).

La debilidad en el ámbito educativo de la región es notable y preocupante. El hecho de que uno de cada tres jóvenes no termine la secundaria, o que menos de la tercera parte de las personas jóvenes entre 25 y 29 años hayan asistido a la universidad (Buckland *et al.*, 2018), son estadísticas alarmantes, especialmente con la revolución digital que está ante nuestros ojos. La brecha educativa conlleva a una falta de competencias laborales comenzando una reacción en cadena que aumenta el desempleo, la informalidad, y la improductividad (Buckland *et al.*, 2018). Quienes no estén listos para las exigencias de la digitalización, podrían quedar fuera de la jugada.

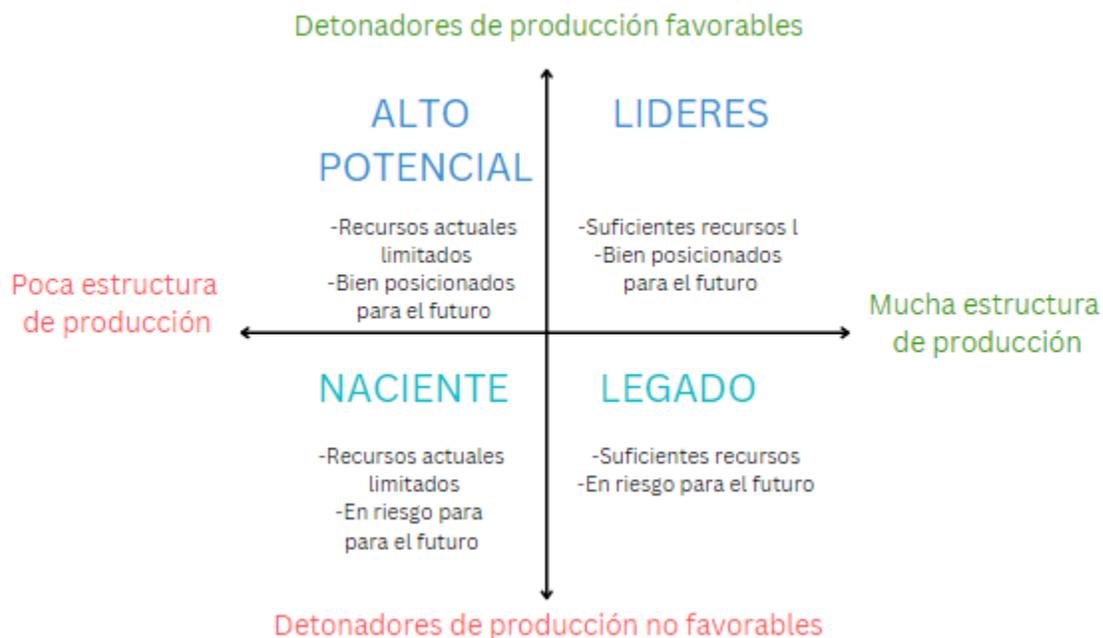
De acuerdo con el último reporte del futuro de los trabajos del Foro Económico Mundial (WEF, 2020), para 2025 85 millones de puestos de trabajo se perderán globalmente, dando entrada a 97 millones de nuevos roles que requerirán mayor conocimiento e interacción entre humanos, máquinas y algoritmos. Además de los conocimientos técnicos, se requerirán habilidades

blandas como el pensamiento crítico, la resolución de problemas, la flexibilidad, el aprendizaje activo, entre otras.

México, con una población en edad laboral de más de 73 millones de personas (WEF, 2020) refleja un interesante ranking de habilidades emergentes que las organizaciones desean que sus colaboradores tengan, y otras habilidades que actualmente se encuentran en sus programas de capacitación:

Lamentablemente, no todo se trata de habilidades y conocimientos. La infraestructura e inversión en tecnología también juegan un rol importante en la era digital. Aurik y Laurent, (2018) otorgan un diagnóstico de la situación actual de los países y estiman qué tan preparados están para la cuarta revolución industrial. En su reporte toman como base el volumen y la estructura de la producción actual (eje X), y en la presencia (o ausencia) de detonadores, o recursos que los hagan candidatos para capitalizar las tecnologías emergentes y la transformación de sistemas de producción (eje Y). Esto deja una matriz con cuatro posibles etiquetas: Líderes, Alto Potencial, Legado y Naciente (Figura 3).

Figura 3: Arquetipos de preparación para la Industria 4.0.



Fuente: traducido de Aurik y Laurent, 2018.

México se encuentra en el cuadrante “Legado”, que de acuerdo con de Aurik & Laurent (2018) son aquellos con una fuerte base productiva actual, pero que se encuentran en riesgo para el futuro, debido a la falta de detonadores de la producción. Es notorio el rezago industrial en el que se encuentra el país, y las afecciones que conlleva en la competitividad si no se cambia el rumbo.

En el aspecto social, el Instituto Nacional de Geografía y Estadística (s.f. b) calcula que el 72% de los mexicanos son usuarios de internet, y que este servicio solo está disponible en el 60.6% de los hogares. De acuerdo con Buckland *et al.* (2018) en América Latina las innovaciones sociales digitales han ido más orientadas a temas de educación, salud, e inclusión financiera, ejes prioritarios para lograr reducir la brecha de desigualdad en nuestro país, pero es difícil poder hablar de una inclusión universal de beneficiarios, si el canal de distribución no está disponible para los más necesitados.

Contexto local

Ubicado al centro del país, el municipio de León se ha caracterizado históricamente por su cultura de trabajo y emprendimiento, y ha sido reconocido nacional e internacionalmente como la “Capital del cuero y el calzado” (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021). Adicionalmente, sus más de 1.7 millones de habitantes posicionan a León como el municipio más grande de Guanajuato, y el tercero más poblado a nivel nacional (Instituto Nacional de Geografía y Estadística, s.f. a) Cabe señalar que uno de cada tres leoneses tiene menos de 30 años, lo que distingue a León como una ciudad joven (May *et al.*, 2021).

El dinamismo industrial de la región en las últimas décadas, enfocado principalmente en el sector automovilístico, ha generado un corredor industrial que recorre Aguascalientes, Jalisco, San Luis Potosí, Guanajuato, y Querétaro, considerado como “el motor económico de México” (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021. P.35). Esto ubica al municipio de León en una envidiable zona estratégica para el surgimiento de nuevas industrias. De acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación, para 2020 Instituto Nacional de Geografía y Estadística reportó que en León había 81,207 unidades económicas, de las cuales, el 99.7% eran PYMES (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021).

Políticas públicas de innovación

En 2021, el Gobernador estatal de Guanajuato, Diego Sinhue Rodríguez Vallejo, anunció la política pública “El Valle de la Mentefactura”, la cual busca poner a los habitantes del estado al centro de la innovación y el emprendimiento para elevar su calidad de vida, y su entorno (Gobierno del Estado de Guanajuato, 2021). Esta política ofrece programas, mentorías, herramientas y financiamiento para promover proyectos de emprendimiento que generen valor social, lo cual podrá detonar proyectos de ISD en la ciudad de León.

De acuerdo con Castro (2020), el enfoque en emprendimiento e innovación de las políticas públicas estatales en las últimas décadas ha empujado al fomento y creación de 7 parques tecnológicos en el estado de Guanajuato, de los cuales tres se encuentran en León:

1. **Parque CIEN**, del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores, Monterrey
2. **Parque de Innovación De La Salle**, de la Universidad de La Salle Bajío
3. **Parque Tecnológico IBEROINNOVACIÓN**, de la Universidad Iberoamericana

Todos estos parques forman parte del Ecosistema de Innovación y Emprendimiento NOVAERA, que busca el desarrollo de las habilidades y talentos de los guanajuatenses usando herramientas y metodologías específicas enfocadas en la creación de proyectos innovadores de base tecnológica (Castro, 2020).

Sumando las tendencias globales y nacionales, con los enfoques locales, surge a finales de 2016 la Dirección General de Innovación de León "... con el objetivo de fomentar y promover de manera integral temas como emprendimiento de alto impacto, industria 4.0, uso de tecnología en el gobierno y con la apuesta por trabajar estos temas dentro de la administración pública y así generar innovación pública y social." (Dirección General de Innovación, 2021b, pp.15). De parte de esta dirección, en 2017 se crea el primer laboratorio de innovación pública de la ciudad, y el cuarto del país: Lab León. Este espacio de fomento a la innovación y el emprendimiento público y social ofrece servicios y proyectos a la ciudadanía, y a los mismos servidores públicos, facilitando la colaboración entre sociedad civil, empresas, sector privado y público (Dirección General de Innovación, 2021b). El aspecto característico de este laboratorio es que se enfoca más en la innovación abierta, la participación ciudadana y el uso de datos abiertos, elementos distintivos de la innovación social digital.

Otra institución municipal referente en innovación social y participación ciudadana es el Instituto Municipal de la Juventud de León (IMJU), organismo que busca ofrecer a la población juvenil herramientas para su desarrollo personal y profesional (Instituto Municipal de la Juventud de León, s.f.). A pesar de la diversidad de la juventud, esta institución ofrece programas que se adaptan a una amplia gama de necesidades, desde proyectos creativos y artísticos, plataformas educativas, desarrollo de agentes de cambio, movilidad internacional, entre muchos otros (Instituto Municipal de la Juventud de León, s.f.). Uno de los resultados más sobresalientes, y ejemplo de participación ciudadana juvenil, es el programa "Consejeros Juveniles", pionero en integrar jóvenes en los consejos consultivos y directivos de la ciudad, permitiendo que la juventud tenga voz en la toma de decisiones de su ciudad. (May *et al.*, 2021).

El IMJU, en colaboración con la Dirección General de Economía y otros organismos, han trabajado en el estudio de los futuros del trabajo de la ciudad, rescatando la urgencia de adaptar las habilidades de los jóvenes (May *et al.*, 2021). Este tema, en específico el de la educación en León, y en general en Guanajuato, es de gran relevancia debido al gran rezago educativo que se presenta en el estado (Garabito, 2017). El abandono definitivo de la escuela se refleja principalmente en el nivel medio superior, reportando para el municipio un promedio de escolaridad que apenas supera el nivel secundaria (Instituto Municipal de Planeación de León 2021). Otros datos preocupantes que tienen relevancia con las habilidades necesarias para la era digital son los resultados de la prueba PLANEA que muestran que el 61.9% de los alumnos

de nivel medio superior tienen conocimientos insuficientes en matemáticas (Instituto Municipal de Planeación de León 2021).

Educación y empleabilidad

De acuerdo con el Sistema de Información Cultural Mexico (s.f.), a nivel universitario, León cuenta con 38 planteles educativos, y para 2021 reportó poco más de 61 mil estudiantes de nivel superior (Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior, 2021). Del total de estudiantes universitarios, menos del 3% está inscrito en licenciaturas de tecnologías de la información, 16% estudia alguna ingeniería, y menos del 1% estudia alguna licenciatura en ciencias exactas, siendo todas estas relevantes para la era digital (DataMéxico, s.f.). Por si estos datos no fueran suficientemente preocupantes, el total de matriculados en universidades de la ciudad solo refleja al 38% de los jóvenes entre 18 y 23 años de edad en educación formal, dejando fuera de la profesionalización escolarizada a 6 de cada 10 leoneses, y aparentemente disminuyendo sus posibilidades de encontrar un empleo digno, o de mejorar sus niveles de ingreso (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021). Por otra parte, esquemas de educación no formal como cursos, talleres y capacitaciones enfocados en habilidades específicas solicitadas por la iniciativa privada llegan a cobrar más relevancia para los jóvenes. Lo anterior se debe a la percibida desvinculación entre la educación formal a nivel superior y las necesidades de los sectores productivos (May *et al.*, 2021).

Como parte de los esfuerzos para capacitar a los jóvenes para el empleo e insertarlos en el mercado laboral, la Secretaría de Educación de Guanajuato y el Instituto Estatal de Capacitación, presentaron en 2020 el modelo de Formación Dual para la Empleabilidad Programada “FEP” (May *et al.*, 2021). Este modelo, diseñado para universitarios y pre universitarios, pretende vincularlos con los sistemas productivos predominantes en el estado, atendiendo principalmente áreas como: matricería, mantenimiento industrial, automatización, mecatrónica, ingeniería de datos, diseño de software, diseño eléctrico para Internet industrial de las cosas, entre otras (May *et al.*, 2021). Si bien el modelo es un gran paso, este programa se enfoca solamente en áreas tecnológicas, las cuales estudian menos del 20% de los universitarios de León, dejando un área de oportunidad para vincular a los jóvenes estudiantes de ciencias sociales y económico administrativas con el sector productivo.

En el sector empleo, de los más de 600,000 trabajadores de la ciudad, el 0.3% trabaja en el sector primario, el 37% en el secundario, y 62% en el terciario (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021). A pesar del prometedor ecosistema industrial y de negocios en el que viven, la mayoría de estos empleos se describen como precarios. Del total de trabajadores, el 97% percibe un sueldo menor a cinco salarios mínimos, y casi la mitad de ellos se encuentran en condiciones de informalidad (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021). Y por si la situación no fuera suficientemente compleja, la llegada de la pandemia de COVID-19 trajo consigo un aumento del 76.9% en el nivel de desempleo (May *et al.*, 2021).

La falta de oferta de empleos, o su precarización, son en parte causantes de un alto índice delictivo y de violencia en la ciudad. En 2020 se reportaron más de 40,000 delitos, casi el doble de los reportados en 2015. De estos delitos, los más frecuentes son el daño al patrimonio, y el narcomenudeo (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021) Incluso al moverse de un punto de la ciudad a otro puede ser un riesgo, según el 67% de las personas que indican sentir inseguridad en el transporte público (Instituto Municipal de Planeación de León, 2021).

Conectividad y movilidad

En materia de conectividad, 63.9% de hogares de los hogares leoneses cuentan con conexión a internet de banda ancha (May *et al.*, 2021). A pesar de ser mayor que la media nacional, este número sigue siendo bajo, sobre todo si se busca integrar a toda la población a servicios digitales, y a proyectos de innovación social digital. Dada esta realidad, surgen estrategias de inclusión digital y conectividad como “León Conectado”, la cual creó una red inteligente que ofrece internet gratuito en 1,750 autobuses, 84 paraderos y 7 estaciones de transferencia, convirtiendo a León en la primera ciudad con este servicio en América Latina (May *et al.*, 2021). Otra estrategia fueron los nodos de conectividad, espacios instalados en zonas periféricas que buscan llevar internet gratuito a la población más alejada de la ciudad (May *et al.*, 2021).

Actualmente, la ciudad de León cuenta con una amplia extensión territorial que año tras año continúa en crecimiento horizontal, causando que la movilidad haya sido uno de los mayores retos para la administración municipal de 2018 a 2021 (García, E., 2021). De acuerdo con el Programa Municipal de Cambio Climático (Centro Mario Molina Para Estudios Estratégicos Sobre Energía y Medio Ambiente A.C., 2021), el transporte en la ciudad contribuye en un 74% a las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), las cuáles son responsables del calentamiento global y de diversos problemas de salud. Este grave problema ha llevado a que la ciudad invierta más en el desarrollo del sistema de transporte público y el fomento de vehículos no motorizados, como las bicicletas.

De acuerdo con el Instituto Municipal de Planeación, la ciudad registra un promedio de 100 mil viajes en bicicleta al día, de los cuales el 58% se realizan por motivos laborales, de estudio, o comercio (Castro, 2019). La infraestructura ciclista de León se compone de 188 km de ciclovías, convirtiéndola en la cuarta ciudad, a nivel nacional, del Ranking de Ciclociudades 2020 medido por el Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021). A pesar de la gran cantidad de kilómetros que se tienen, estos parecen ser insuficientes, ya que, en la evaluación de movilidad ciclista de 2019, por parte del mismo instituto, León obtuvo una calificación insatisfactoria, especialmente en los criterios de cambio climático, inversión y seguridad (Castro, 2019).

León es un municipio con una sociedad bastante dinámica, la cual, a pesar de los retos que enfrenta, está constantemente aprovechando los recursos y oportunidades que tiene a su alrededor. El ecosistema de innovación que se respira en el sector privado, estatal, municipal y

en la academia, puede ser bien aprovechado para generar propuestas de valor para todos los habitantes, especialmente para aquellos que sufren más las desigualdades.

3. Diseño metodológico

Para alcanzar los objetivos de esta investigación, se realizó un estudio cualitativo – cuantitativo. En la parte cualitativa se eligieron dos estudios de caso, y en la cuantitativa se diseñaron dos encuestas de percepción para ser aplicada a los beneficiarios de ambos programas. Más adelante se explican los criterios de selección, el periodo, los instrumentos diseñados y su sistematización.

Para la validación se usó el método de triangulación. Este método comprende el uso de distintas técnicas para sumar los beneficios y disminuir las debilidades de cada una, obteniendo así resultados complementarios más confiables que se puede ampliar y profundizar en su comprensión (Benavides y Gómez-Restrepo, 2005). Además se recopiló información de diversas fuentes oficiales, tales como informes municipales, boletines, reportes, planes municipales, entre otros.

Criterios de selección de los programas a evaluar

Para esta investigación se eligieron dos programas públicos del municipio de León, Guanajuato, que involucraron innovación social digital. Los criterios tomados en cuenta para elegir los programas fueron los siguientes:

1. **Temporalidad:** Programas llevados a cabo entre 2015 – 2021, periodo elegido para este estudio debido a que es el más reciente periodo administrativo y en el que se podría apreciar tecnología e innovación más vanguardista.
2. **Tecnología:** Debían contener, o relacionar, al menos una de las tecnologías digitales mencionadas en el marco teórico.
3. **Alineación con Agenda 2030:** Deben haberse encaminado al menos a uno de los 17 objetivos de desarrollo sostenible.
4. **Orientación a Objetivos de las ISD:** Deben haberse alineado al menos a uno de los cinco objetivos de las ISDs definidos por Nesta (2019) y descritos en el marco teórico.

Tomando en consideración estos criterios, se seleccionaron dos programas llevados a cabo por direcciones municipales diferentes: “Bici León” de la Dirección General de Movilidad, y “Datos Abiertos” de la Dirección de Innovación. Ambos serán discutidos con mayor detalle en los siguientes apartados.

Instrumentos de investigación

Entrevista

El primer instrumento es una entrevista a profundidad que se aplicó a las personas que estuvieron a cargo de cada uno de los programas. Con las preguntas realizadas se buscó obtener la metodología usada para la implementación, los objetivos establecidos, los indicadores con los que se medían los logros, entre otras características del programa. Por la naturaleza del instrumento, se usó el mismo para ambos programas. En la siguiente tabla, se especifican las preguntas realizadas y el objetivo de cada una.

Tabla 1: Preguntas y objetivos de la entrevista.

Objetivo	Pregunta
Conocer al entrevistado y su relevancia en el programa	¿Quién eres, a qué te dedicas y qué papel jugaste en el programa?
Definición: Describir el programa en palabras propias del entrevistado	Platícame del programa, ¿en qué consistía? ¿por qué lo consideras innovador? ¿qué diferencia tenía contra otros programas del mismo tipo?
Cronología: Determinar en qué momento se comenzó a trabajar el programa y cuánto tardó en inaugurarse.	¿En qué fecha comenzó a planearse el programa? ¿Cuánto tiempo les tomó ponerlo a disposición de la sociedad?
Empatía / Diagnóstico: Conocer la problemática social que se detectó, y la población a la que afectaba.	¿Qué problema se buscó atender? ¿Qué grupo de personas buscaban beneficiar?

<p>Créditos: Conocer a las personas responsables e involucradas en el programa.</p>	<p>¿Quiénes tuvieron la iniciativa y el liderazgo en la creación de este programa de ISD?</p>
<p>Agenda 2030: Saber si el programa tomó en cuenta los Objetivos de Desarrollo Sustentable que propuso la ONU en la Agenda 2030.</p>	<p>¿Se contempló la Agenda 2030 de la ONU para este programa? ¿A qué ODS y qué metas específicas va dirigido?</p>
<p>Planeación y ejecución: Conocer la metodología que se llevó a cabo para implementar el programa.</p>	<p>¿Cuál fue su metodología de implementación? ¿Hubo cambios al momento de la ejecución?</p>
<p>Socialización: Identificar las prácticas que se llevaron a cabo para involucrar a la sociedad civil en el programa.</p>	<p>¿Cómo fue su proceso de socialización? ¿Qué canales de comunicación utilizaron con la sociedad civil?</p>
<p>Colaboración intersectorial: Identificar a los actores de los diferentes sectores de la sociedad que estuvieron involucrados en el programa.</p>	<p>¿Qué entidades y sectores colaboraron en la creación e implementación? ¿Cómo lograron llegar a estas colaboraciones?</p>
<p>Sostenibilidad: Conocer la manera en que se financió el programa y determinar si es viable en el futuro</p>	<p>¿Cuál fue el costo de implementación del programa y cuánto es el costo mensual por mantenimiento? ¿El programa puede ser sostenible sin presupuesto público?</p>

<p>Tecnologías Digitales: Señalar las tecnologías digitales requeridas para llevar a cabo el programa</p>	<p>¿Qué tecnologías digitales se aplican en el programa?</p>
<p>Habilidades del Futuro: Señalar las habilidades del futuro necesarias para la implementación del programa, así como las que necesitan los usuarios.</p>	<p>¿Qué perfiles y habilidades requieren tener las personas que desarrollaron el programa? ¿Qué habilidades requieren tener los ciudadanos para beneficiarse del programa?</p>
<p>Inclusión: Determinar la cantidad de personas que puede beneficiarse de este programa y si es posible hacer mejoras para integrar a más beneficiarios.</p>	<p>¿Qué porcentaje de la población tiene acceso a este programa? ¿Hay planes para integrar a personas que por alguna limitación no puedan ser usuarios del servicio actual?</p>
<p>Impacto Social y Evaluación: Conocer los resultados que ha tenido el programa, y la manera en la que los miden las entidades que los llevan a cabo.</p>	<p>¿De qué manera impacta socialmente este programa? ¿Qué indicadores usan para medir los resultados?</p>
<p>Mejora Continua: Señalar si el programa cumplió con las metas planteadas al inicio, y conocer las iteraciones que se realizaron o se podrían realizar.</p>	<p>¿Cuáles eran las metas del programa? Con los indicadores comentados anteriormente, ¿Se puede determinar si se cumplieron las metas del programa?</p>
<p>Escalabilidad: Determinar si el programa puede replicarse en otras áreas</p>	<p>¿El programa contempla más etapas de crecimiento? ¿Cuáles son y en cuanto tiempo se verían implementadas? ¿Se documentó el proceso, la metodología y los resultados del programa? En caso de que sí ¿Cómo se puede acceder a dicho documento?</p>

Fuente: Elaboración propia

Encuesta de percepción a usuarios

El segundo instrumento que se utilizó fue una encuesta a los beneficiarios de cada programa. Para esta encuesta se usó la escala de Likert, la cual permite elegir de entre un rango de distintas opciones aquella con la que el encuestado se sienta más identificado (Nemoto y Beglar, 2014). Esta escala va de un extremo al otro, ofreciendo al encuestado un amplio y continuo rango de opciones para definir su opinión o su sentir con la afirmación que le es presentada, permitiendo obtener resultados más precisos y comparables (Nemoto y Beglar, 2014). Cada una de las encuestas contendrá ítems específicos referentes a los programas evaluados, y estas se medirán en una escala del 1 al 5, siendo 1 el polo negativo, 3 el neutro, y 5 el polo positivo.

Una vez obtenida la información del primer instrumento, y a partir de la investigación de cada programa, se pudieron diseñar los detalles del segundo, el cual consta de una encuesta aplicada a los usuarios del programa. Por la naturaleza de los programas, y por ser muy diversos sus usuarios, se usará una encuesta diferente para cada uno. El objetivo que se persiguió con este segundo instrumento fue conocer la opinión de las personas que hacen, o hicieron, uso del programa, para obtener específicamente los datos siguientes:

1. Determinar el motivo del uso del servicio.
2. Saber si se están logrando las metas planteadas en cada programa.
3. Conocer sobre la satisfacción con el servicio.
4. Saber si los beneficiarios aprecian un impacto positivo en el entorno gracias al programa.
5. Analizar qué tan amigable es la tecnología para ellos, o para los demás.

Como es recomendado por Nemoto y Beglar (2014), antes de aplicarlo a los beneficiarios, este instrumento fue retroalimentado por un colectivo de la sociedad civil llamado URBE, el cual ha estado involucrado en diferentes acciones de urbanismo y movilidad, y cuyos integrantes han sido usuarios de ambos programas. Esto se realizó para asegurar que el enfoque y las preguntas sean suficientemente adecuadas para obtener la información necesaria para cumplir con los objetivos de la investigación.

Cálculo de las muestras

Tras haber realizado las entrevistas a las personas a cargo de cada programa y la revisión bibliográfica apropiada, se obtuvo la población de cada uno: Bici León contaba con un total de 2,200 usuarios activos, y el programa Datos Abiertos benefició directamente a 300 personas.

Se utilizó la siguiente fórmula para calcular una población finita:

$$n = (Z^2 * p * q * N) / (e^2 * (N-1) + Z^2 * p * q)$$

En donde:

n = Tamaño de la muestra

N = Población conocida

Z = Nivel de confianza

P = Probabilidad a favor

q = Probabilidad en contra

Con el número de población finita definido (2,200), y tomando como referencia un estudio de percepción del sistema Bici León que fue realizado previo a la pandemia, y que fue solicitado a la Dirección de Movilidad mediante la Unidad de Transparencia (Dirección de Movilidad, comunicación personal, 25 de mayo de 2022), se determinaron los siguientes valores estadísticos para calcular el número de personas a las que se encuestó:

Datos abiertos

N = 300

Z = 1.960

p = 50%

q = 50%

e = 6%

Bici León

N = 2,200

Z = 1.960

p = 50%

q = 50%

e = 6%

Obteniendo:

$$n = (1.960^2 * .5 * .5 * 300) / (.06^2 * (300-1) + 1.96^2 * .5 * .5)$$

$$n = (3.8416 * .5 * .5 * 300) / (.0036 * 299 + 3.8416 * .5 * .5)$$

$$n = 288.12 / 2.0368$$

$$n = 141.4572$$

Obteniendo:

$$n = (1.960^2 * .5 * .5 * 2200) / (.06^2 * (2200-1) + 1.96^2 * .5 * .5)$$

$$n = (3.8416 * .5 * .5 * 2200) / (.0036 * 2199 + 3.8416 * .5 * .5)$$

$$n = 2112.88 / 8.8768$$

$$n = 238.0227$$

Con un grado de confianza de 95%, y un margen de error del 6%, se calculó que, para que la encuesta fuera significativa, debieron realizarse al menos 238 encuestas a los usuarios de Bici León, y 142 a los beneficiarios de Datos Abiertos.

A continuación, se describen los detalles y la formulación de las encuestas creadas para cada uno de los programas:

Bici León

Para este programa se tomaron en cuenta las variables del servicio: número de bicicletas, polígono del servicio, accesibilidad al servicio, atención y servicio por parte de Mobike, costo, infraestructura y señalética, percepción en general y frecuencia de uso.

Los ítems están divididos en dos secciones, yendo progresivamente de menor a mayor dificultad como es aconsejado por Nemoto y Beglar (2014). La primera tiene un sentido de recurrencia y usa una escala en la que el 1 indica “nunca” y el 5 indica “siempre”, mientras que la segunda sección se inclina hacia la percepción, con el 1 indicando estar “Totalmente en desacuerdo”, y 5 indicando estar “Totalmente de acuerdo”.

Encuesta

Hola, mi nombre es Alexei Díaz. Me encuentro realizando una investigación para mi tesis de licenciatura sobre la implementación de proyectos tecnológicos que beneficien a la sociedad. ¿Me permitiría 3 minutos para completar esta breve encuesta?

Esta consta de dos secciones. En la primera le voy a leer una serie de afirmaciones, y necesito que usted me indique con qué tanta recurrencia ocurre. Las opciones son: Nunca, pocas veces, algunas veces, varias veces y siempre.

1. Recurrencia:

- 1= Nunca
- 2= Pocas veces
- 3= Algunas veces
- 4= Varias veces
- 5= Siempre

- 1. Uso el servicio como medio de transporte (para ir al trabajo, escuela, visitar a alguien, ir a comprar algo, etc)
- 2. Uso el servicio de forma recreativa (para hacer ejercicio, dar la vuelta, divertirme, despejarme)
- 3. Uso la bicicleta para conectar con mis viajes en camión o auto (antes o después de llegar otro medio de transporte)
- 4. Cuando paso por el polígono de Bici León veo a la gente usando las bicicletas públicas

5. Cuando llego a las cicloestaciones encuentro bicicletas disponibles
6. La aplicación de Mobike funciona adecuadamente cada vez que la uso.

En la segunda sección voy a leer varias afirmaciones, y requiero que usted me responda si está: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, o totalmente de acuerdo

2. **Percepción:**

- 1= Totalmente en desacuerdo
- 2= Desacuerdo
- 3= Ni de acuerdo y en desacuerdo
- 4= De acuerdo
- 5= Totalmente de acuerdo.

1. El polígono en el que opera el servicio es adecuado
2. Es fácil encontrar bicicletas disponibles dentro del polígono
3. Las bicicletas están en buenas condiciones
4. El proceso para usar el servicio es sencillo
5. La infraestructura dentro del polígono me motiva a usar la bicicleta pública
6. El municipio genera acciones que me motivan a usar la bicicleta pública
7. El servicio es fácil de usar para todas las personas
8. El precio del servicio es accesible
9. Es necesario ser hábil con la tecnología para poder usar el servicio
10. Desde que inició Bici León percibo un menor número de autos en el polígono de Bici León
11. En general, me agrada el sistema de bicicleta pública "Bici León"

Datos Abiertos

Para la evaluación de los usuarios de datos abiertos, solo se tomó en cuenta la tercera etapa del programa, que es la que involucraba a la ciudadanía y a funcionarios públicos de otras áreas. Ambos perfiles se tomarán en cuenta de la misma forma, ya que los talleres y eventos eran mixtos e iban orientados de igual manera para todos.

Las características que buscan ser evaluadas son: programa en general, talleres, eventos, evaluadores, habilidades adquiridas, entendimiento de la importancia de los datos abiertos, y la accesibilidad al programa. Los ítems evaluaron la percepción de los usuarios, con el 1 indicando estar "Totalmente en desacuerdo", y 5 indicando estar "Totalmente de acuerdo".

Encuesta

Hola, mi nombre es Alexei Díaz. Me encuentro realizando una investigación para mi tesis de universidad sobre la implementación de proyectos tecnológicos que beneficien a la sociedad. ¿Me permitiría 3 minutos para completar esta breve encuesta?

Le voy a leer una serie de afirmaciones, y necesito que usted me indique qué tan de acuerdo está. Las opciones son: Totalmente en desacuerdo, desacuerdo, ni de acuerdo y en desacuerdo, de acuerdo, totalmente de acuerdo.

1. **Percepción:**

- 1= Totalmente en desacuerdo
- 2= Desacuerdo
- 3= Ni de acuerdo y en desacuerdo
- 4= De acuerdo
- 5= Totalmente de acuerdo.

1. La metodología de enseñanza de los talleres fue adecuada
2. El nivel de conocimiento de quienes impartieron los talleres era alto
3. Para poder tomar el taller, era necesario tener habilidades digitales básicas
4. Entiendo la importancia de la transparencia de los datos públicos
5. Sé cómo acceder a los datos abiertos de las dependencias municipales
6. Sé los principios básicos para analizar una base de datos
7. Las dependencias municipales facilitan el acceso a sus datos
8. El programa de datos abiertos me motivó a ser más observador de los procesos públicos de transparencia
9. Sigo usando los conocimientos aprendidos para fines personales
10. Sigo usando los conocimientos aprendidos para fines académicos
11. Sigo usando los conocimientos aprendidos para fines profesionales
12. A raíz de este programa he podido crear herramientas usando datos abiertos

4. Presentación de resultados

Posterior a un ejercicio de investigación por triangulación, que constó de revisión bibliográfica, y los dos instrumentos presentados previamente, se pudo obtener la información que se presenta a continuación. Se inicia con Bici León debido a que es el programa del que fue posible obtener más información y era el más accesible para la ciudadanía.

Bici León

Concepción

En 2019, tras años de planeación, y en sintonía con una tendencia urbana a nivel mundial, el municipio de León decidió llevar a cabo la prueba piloto del programa de bicicleta pública “Bici León” (Rendón, 2019). Este sistema de transporte público incentivaba el uso de vehículos no motorizados para así reducir el tráfico de los automóviles. Además, fungía como una extensión del transporte público motorizado, mitigaba las emisiones de GEI, fomentaba la salud física, y dinamizaba la movilidad de los ciudadanos (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021). Según A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) desde 2013, un trienio anterior a la administración estudiada en esta investigación, ya existían planes para desarrollar un sistema de bicicleta pública, pero no fue hasta 2017 que se rediseñó y comenzó de manera formal la planeación del proyecto bajo la dirección de Luis Enrique Moreno Cortés, y la coordinación de Adrián Alberto Chavarría Millán.

De acuerdo con la Dirección General de Movilidad (s.f. a), hasta octubre de 2021 el programa sólo operaba en la zona céntrica de la ciudad, ofreciendo 445 bicicletas disponibles en 68 cicloestaciones, de las cuales, algunas se encontraban en las mismas estaciones de transferencia del Sistema Integral de Transporte. Esto permitía y fomentaba trayectos intermodales a los 2,200 usuarios (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021). En esta primera etapa, de acuerdo con la Dirección General de Movilidad de León (s.f. b), el sistema Bici León buscaba evitar hasta 650 viajes diarios en auto en la zona del centro de la ciudad, y reducir más de 225 toneladas de emisiones a la atmósfera.

Implementación

La selección de la zona de operación y la ubicación de cicloestaciones no se realizó de manera aleatoria. Como parte de la metodología de planeación y socialización, a través de talleres y

actividades comunitarias, fueron los mismos vecinos de las áreas en las que comenzó la prueba piloto quienes eligieron las ubicaciones en las que se instalaron las 55 primeras cicloestaciones de este servicio, demostrando un involucramiento de la sociedad civil con el proyecto, y posteriormente un crecimiento en el número de estaciones (Dirección General de Movilidad, s.f. a). Además, se realizó todo un mapeo de actores, involucrando al sector público, privado, académico y social en diversos talleres y mesas de trabajo para compartir necesidades, opiniones, e ideas (Network Transportation Systems Studies, 2017a)

De acuerdo con A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) la inversión inicial de Bici León fue de aproximadamente 8 millones de pesos por parte del municipio, un monto muy limitado si se compara con sistemas de otras ciudades del país, los cuáles superan los 40 millones de pesos (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022). Este presupuesto se empleó en consultorías, infraestructura, señalización, y la socialización del programa, dejando un terreno preparado para que la empresa proveedora del servicio pudiera llegar con sus equipos e instalarse. Para Octubre de 2021, el programa se costaba por un sistema de tarifas de \$7.00 por media hora de viaje, o una mensualidad subsidiada de \$30.00 (el precio real sería de \$149.00 al mes) con viajes ilimitados (Mobike, s.f.). Este subsidio estaba cubierto por una aportación de \$150,000.00 mensuales que pagaba el municipio de León a Mobike con el objetivo de incentivar que más usuarios probaran el servicio (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021).

El inicio de la prueba piloto de Bici León comenzó relativamente bien, pero la pandemia trajo un gran obstáculo para su seguimiento. A inicios de 2020, cuando se presentaron los primeros casos de COVID-19 en México, se decidió suspender el servicio, y este fue reanudado hasta Marzo de 2021 (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021). A. Chavarría (comunicación personal, 1 de Febrero de 2022) subraya que el arranque de un proyecto como este debe ir acompañado de una fuerte campaña mediática y constantes acciones recreativas que motiven a las personas a bajar del auto y probar un trayecto en bicicleta. En este caso, la pandemia causó que se perdiera todo el impulso y tracción que llevaba el programa (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de Febrero de 2022).

Una vez reanudado el servicio, en marzo de 2021, se contabilizaron 41,000 viajes hasta el final del trienio (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021), acumulando un total de 84,000 viajes durante toda la prueba piloto (Dirección General de Movilidad, comunicación personal, 15 de Octubre de 2021). De acuerdo con A. Chavarría (comunicación personal, 1 de Febrero de 2022), el mejor indicador de éxito del programa era que cada bicicleta rodara un promedio de 5 veces al día. Esto daría en total 578,500 viajes al año (considerando solo días laborales), un número muy elevado al ser comparado con los resultados de la prueba piloto que duró 13 meses y solo llegó al 14.5% de ese total.

A pesar de las áreas de oportunidad señaladas: un bajo número de viajes y un costoso subsidio, la administración posterior a este periodo de estudio plantea continuar el programa Bici León y agregar 2 polígonos más en otras zonas de la ciudad (León Ayuntamiento 2021-2024, 2021).

Tecnologías y habilidades aplicadas

Para el proceso de selección del proveedor del sistema de bicicleta pública se realizó el “Road Show” en 2017. En esta exposición, diversas empresas de sistemas de bicicleta pública nacionales e internacionales presentaron sus modelos y propuestas (Network Transportation Systems Studies, 2017b). Una vez presentadas las opciones, y tomando en cuenta la restricción presupuestal, se eligió al aliado operativo para este proyecto: la empresa Mobike (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022), propiedad de la corporación china Beijing Mobike Technology Co. (Steinberg y Lin, 2017).

Combinando diseño industrial, desarrollo de software, internet de las cosas, procesamiento de datos, la nube y el manejo de flotillas, Mobike construye una plataforma que permite crear una red de movilidad no motorizada en la que los usuarios pueden acceder bicicletas públicas desde su celular sin necesidad de cicloestaciones fijas (Rybit, s.f.). Esto permite a las personas encontrar la bicicleta más cercana usando sus dispositivos móviles, y aparcar las bicicletas donde les sea más conveniente.

El sistema funcionaba a través de una aplicación para celular inteligente, la cual, por medio de Bluetooth, internet, y GPS, permitía anclar y desanclar las bicicletas en cualquier ubicación dentro del polígono virtual (Network Transportation Systems Studies, 2017b). De acuerdo con A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) los colaboradores de la dirección de movilidad no tenían participación en el uso y control de esta tecnología, solo en el uso y manipulación de los datos generados por el servicio, por lo que solo era necesario que tuvieran conocimientos en análisis de data.

Por parte de los usuarios, en cada cicloestación se encontraban infográficos que mostraban el proceso para poder utilizar las bicicletas. Esta sencilla secuencia de pasos consistía en descargar la aplicación Mobike para teléfonos inteligentes, en la que se registraban los datos del usuario y agregaba un medio de pago (tarjeta de débito, crédito o Apple Pay), localizar la bicicleta más cercana, desbloquear escaneando el código QR de la bicicleta, usarla por un periodo máximo de una hora, y bloquearla al terminar el viaje (Figura 3).

Figura 4: Pasos para usar Bici León



Fuente: Dirección General de Movilidad de León (s.f. a)

De acuerdo con A. Chavarría (comunicación personal, 1 de Febrero de 2022), la empresa proveedora ofreció un servicio con diversas áreas de oportunidad y omisiones en el contrato. Entre ellas, conforme avanzó el proyecto, Mobike dejó brindar a la Dirección de Movilidad los datos generados por los viajes, los cuales habrían servido para analizar una diversa cantidad de factores como: la demanda, las rutas más usadas, las estaciones ineficientes, las necesidades del usuario, entre otros.

Estos ejercicios de análisis de datos se habían realizado con éxito al inicio de la prueba piloto, de la mano de la Dirección General de Innovación y el programa Datos Abiertos, generando un preciso mapa interactivo de calor para visualizar los viajes (Dirección General de Innovación,

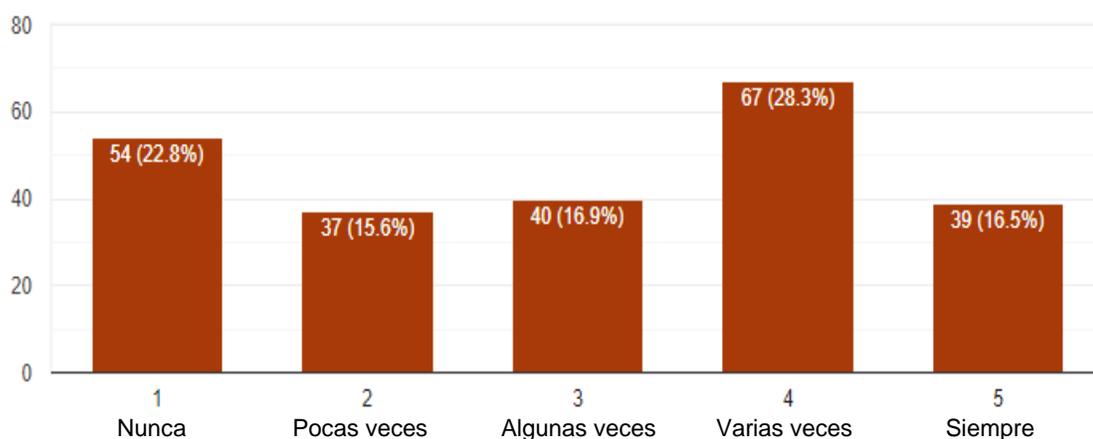
2021b). Además de la calidad de la información, el aprovechamiento de estos datos podría ahorrar miles de pesos al municipio al no necesitar de consultoras externas para realizar estudios de movilidad (Dirección General de Comunicación Social de León, 2021)

Otro aspecto en el que esta información podría haber sido de utilidad, era el “balanceo de estaciones”, que era el ejercicio de transportar bicicletas de estaciones con sobre oferta a estaciones con alta demanda (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022) . La Dirección General de Movilidad también llevaba a cabo esta práctica cuando había bicicletas estacionadas en espacios aislados, en vías públicas o fuera del polígono (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022).

Percepción de los usuarios

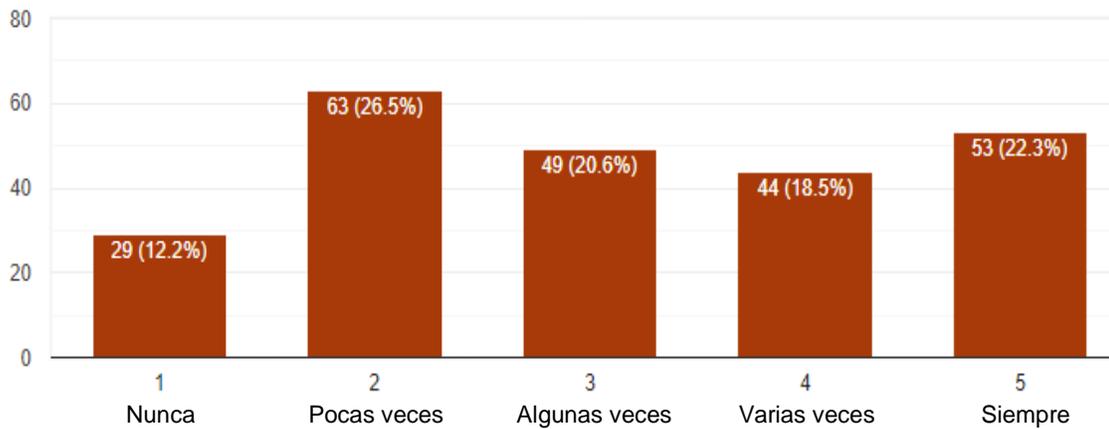
El uso de la bicicleta no se limita a transportarse de un punto a otro. Décadas después de su invención, este medio de transporte se convirtió también en un artículo recreativo y deportivo (Velázquez, 2021). A pesar de que el objetivo del programa Bici León era orientado a la movilidad, los usuarios indican que también usaban el equipo de manera recreativa. En la encuesta de percepción se aprecia que el 77% de los usuarios usaron la bicicleta pública como medio de transporte una o más veces (Figura 5), y 88% de ellos la usó de forma recreativa (Figura 6) . De esta información también apreciamos que aproximadamente 60% de los usuarios le daba ambos usos.

Figura 5: Frecuencia de la afirmación: “Cuando uso el servicio de bicicleta pública, lo hago como medio de transporte (para ir al trabajo, escuela, visitar a alguien, ir a comprar algo, etc.)”.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 6: Frecuencia de la afirmación: “Cuando uso el servicio de bicicleta pública, lo hago de forma recreativa (para hacer ejercicio, "dar la vuelta", divertirme, despejarme)”.



Fuente: Elaboración propia

Para confirmar si efectivamente los usuarios realizaban trayectos intermodales (combinando dos o más medios de transporte), se consultó con qué frecuencia conectaban los viajes de Bici León con sus traslados en camión o automóvil particular. Las respuestas confirmaron que, en efecto, el programa promovía la intermodalidad logrando que más del cincuenta por ciento de los usuarios conectarán sus viajes con regularidad (Figura 7).

Figura 7: Frecuencia de la afirmación: “Yo uso la bicicleta pública para conectar con mis viajes en camión o auto (antes o después de llegar otro medio de transporte)”.

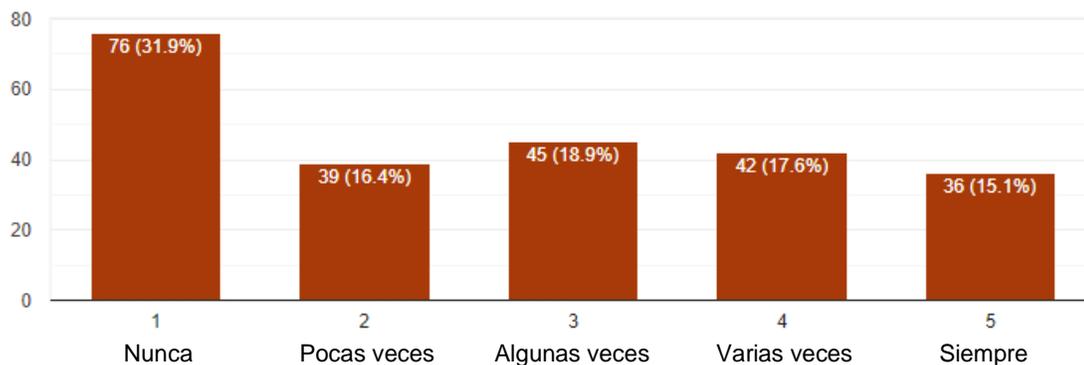
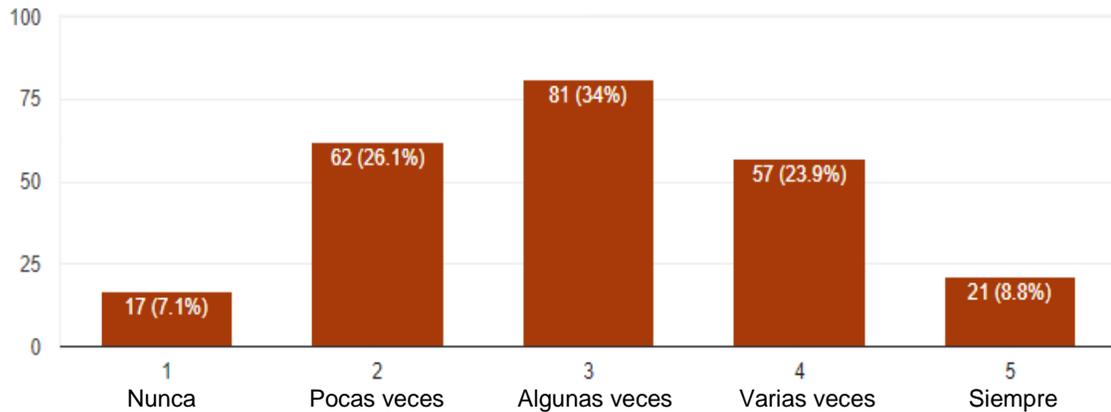


Figura 7: Elaboración propia

Sin embargo, la percepción sobre el principal objetivo del programa no es alentadora. Si bien

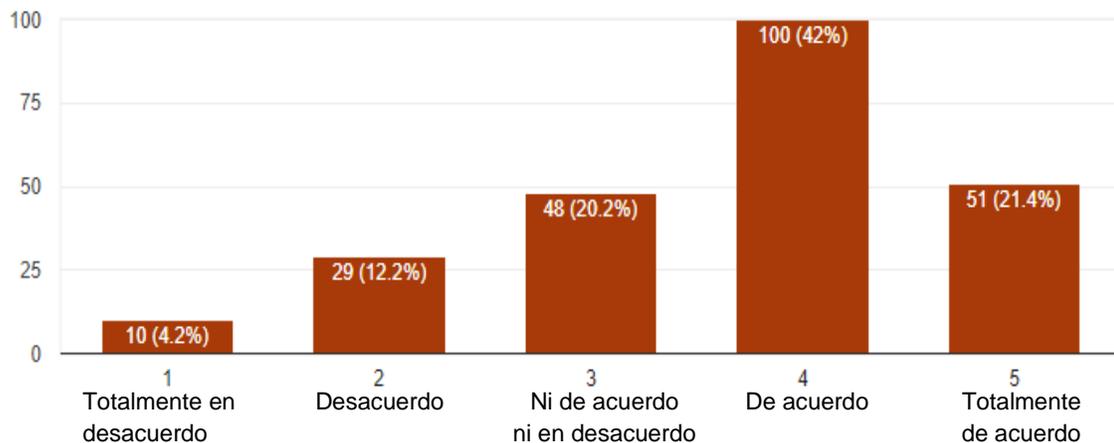
más del 90% de los encuestados han confirmado que cada vez que pasan por el polígono han visto a otras personas usando el servicio (Figura 8), y más del 60% de usuarios que consideran que el polígono es adecuado (Figura 9), la mayoría aún no percibe una menor cantidad de automóviles circulando dentro del mismo (Figura 10).

Figura 8: Frecuencia de la afirmación: “Cuando paso por el polígono de Bici León (la zona en la que opera el servicio), veo a la gente usando las bicicletas públicas”.



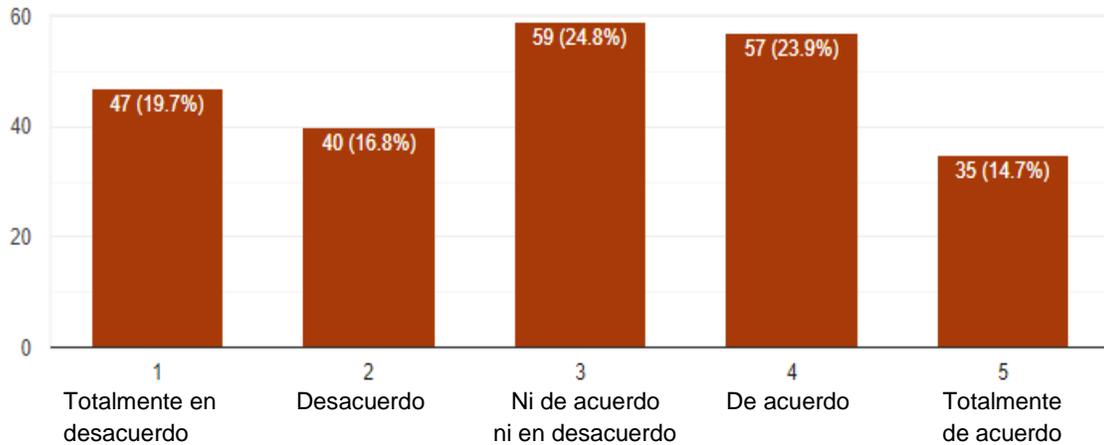
Fuente: Elaboración propia

Figura 9: Percepción de la afirmación: “El polígono en el que opera el servicio es adecuado”.



Fuente: Elaboración propia.

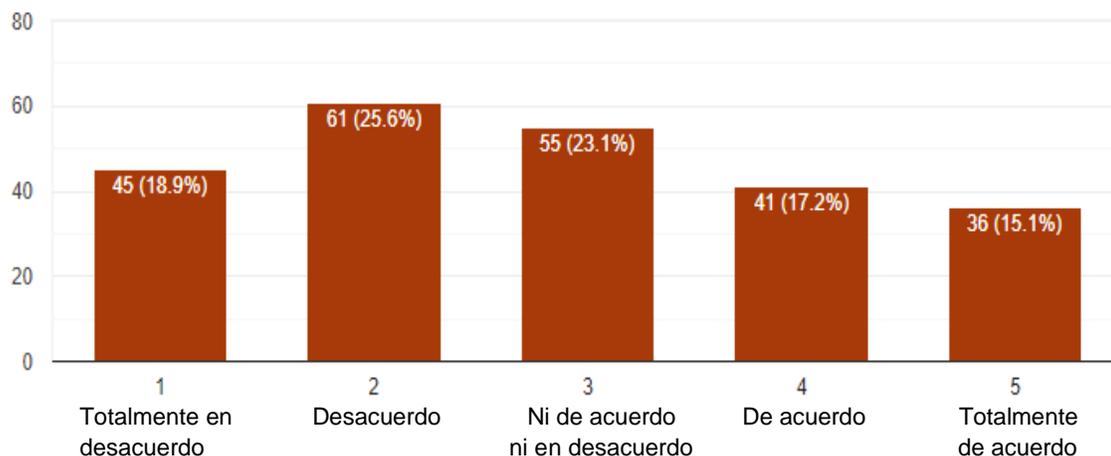
Figura10: Percepción de la afirmación: “Desde que inició Bici León percibo un menor número de autos en el polígono de Bici León”.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a lo mencionado por A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022), no se realizó una campaña mediática adecuada que invitara a más personas a probar el servicio para sus trayectos diarios. Esto fue corroborado por casi el 70% de los encuestados (Figura 11), quienes indicaron que el municipio no llevó a cabo acciones que motivaran a usar el programa de bicicleta pública.

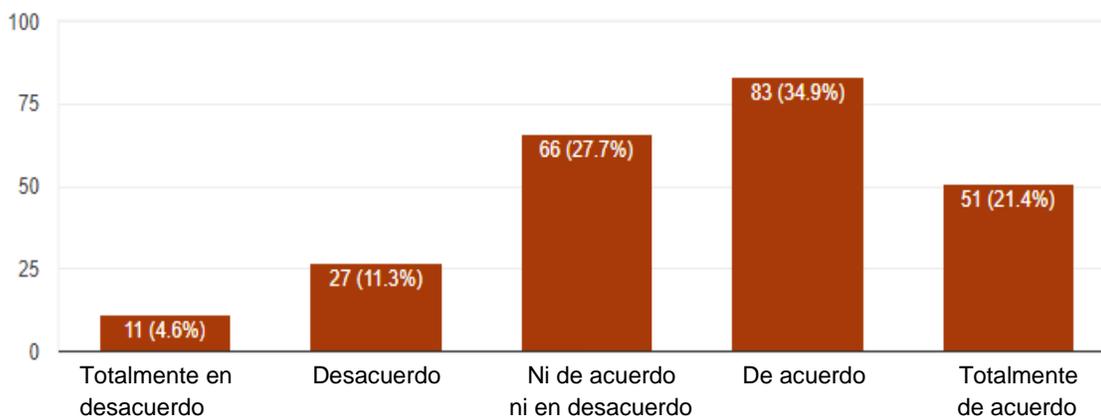
Figura 11: Percepción de la afirmación: “El municipio genera acciones que me motivan a usar la bicicleta pública”.



Fuente: Elaboración propia

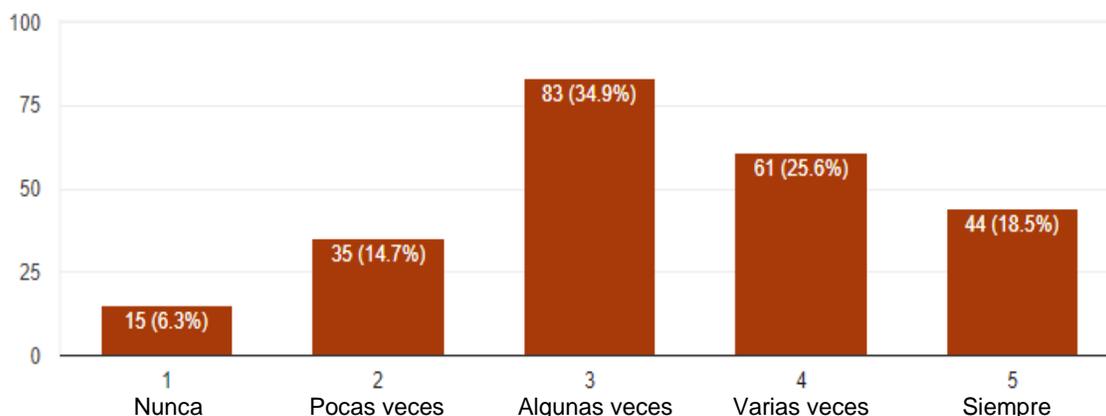
Uno de los aciertos del programa fue el esfuerzo por crear un proceso de uso sencillo, y por comunicarlo de manera entendible. Es así que menos del 16% de los usuarios lo consideraron complicado (Figura 12). A pesar de este esfuerzo por parte de la dirección de movilidad, la aplicación desarrollada por el proveedor resultó tener fallas constantemente, causando que el 53% de los usuarios no considera que la aplicación funcione adecuadamente todo el tiempo (Figura 13).

Figura 12: Percepción de la afirmación: “El proceso para usar el servicio es sencillo”.



Fuente: Elaboración propia

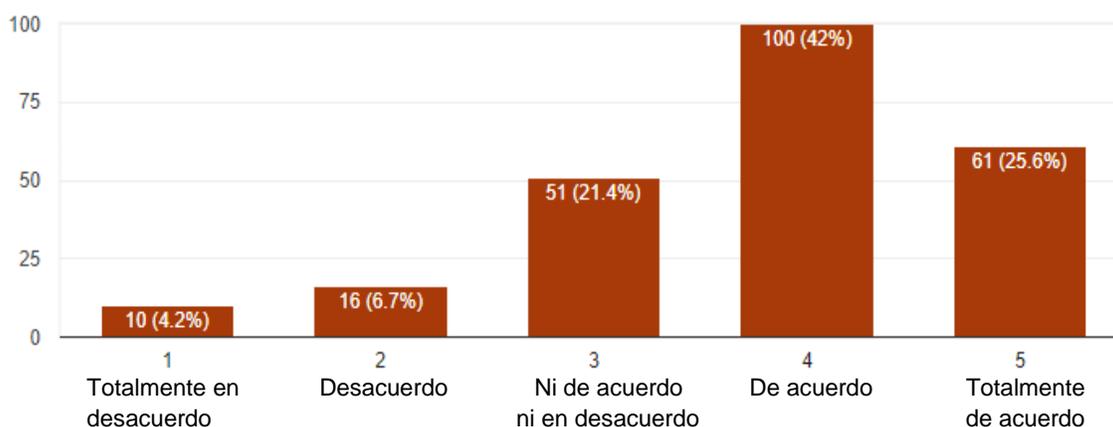
Figura 13: Frecuencia de la afirmación: “La aplicación de Mobike funciona adecuadamente cada vez que la uso”.



Fuente: Elaboración propia

A pesar de que los usuarios consideraban que era un proceso sencillo para ellos, el 67% de los encuestados afirmó que se necesitaba ser hábil con la tecnología para poder usar el servicio (Figura 14), lo cual indica que aquel sector de la sociedad que no estuviera familiarizado con un manejo intermedio-alto de teléfonos inteligentes y sus funciones, no podía tener acceso al servicio, o requería ayuda y capacitación para poderlo usar.

Figura 14: Percepción de la afirmación: “Es necesario ser hábil con la tecnología para poder usar el servicio”



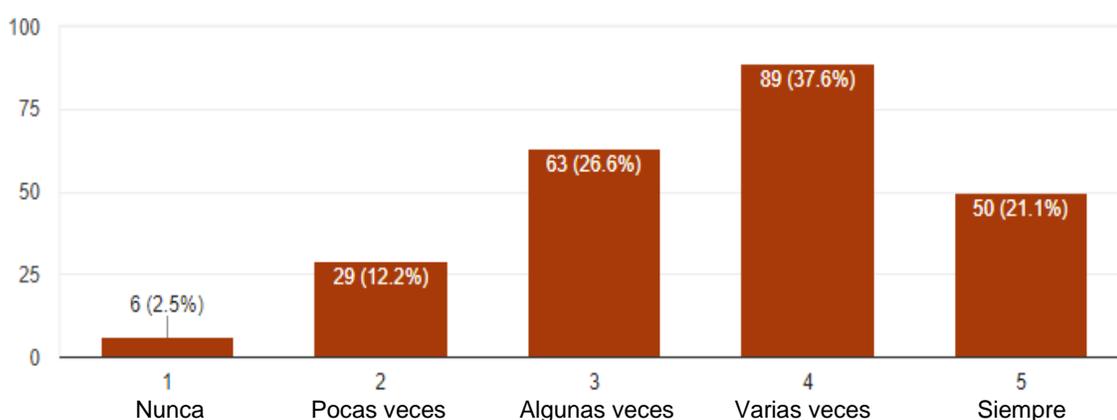
Fuente: Elaboración propia

A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) concuerda con este aspecto y asume que es una brecha digital que con el tiempo irá disminuyendo. Aun así, A. Chavarría

(comunicación personal, 1 de febrero de 2022) acepta que pudo haberse elegido otro proveedor con infraestructura y tecnología más inclusiva que permitiera el uso del servicio sin necesidad de un teléfono inteligente.

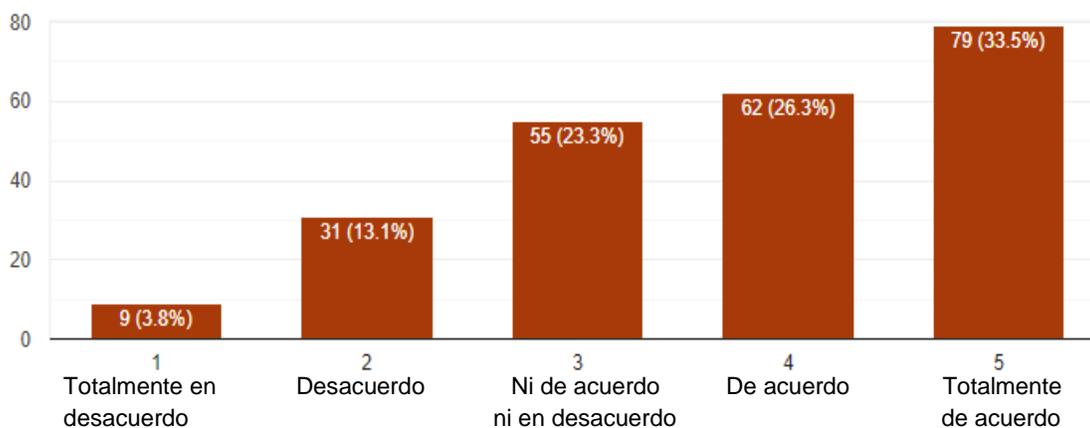
A pesar de todas las áreas de oportunidad antes mencionadas, hubo otros factores positivos que reforzaban una percepción positiva del programa por parte de sus usuarios. La mayoría de los encuestados indicaron que las unidades se encontraban en buen estado (Figura 15), eran fáciles de encontrar (Figura 16), que los costos eran accesibles (Figura 17) y que el programa en general era de su agrado (Figura 18).

Figura 15: Frecuencia de la afirmación: “Las bicicletas están en buenas condiciones.”



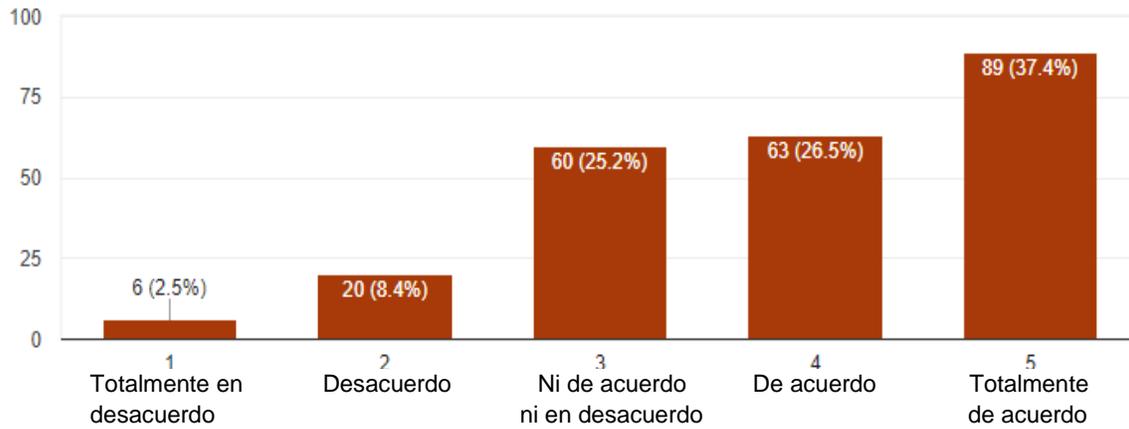
Fuente: Elaboración propia

Figura 16: Percepción de la afirmación: “El precio del servicio es accesible.”



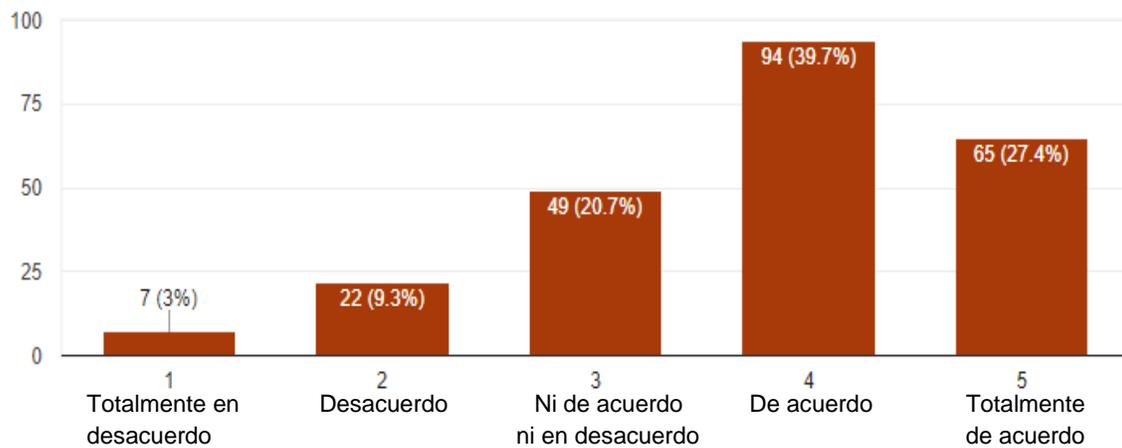
Fuente: Elaboración propia

Figura 17: Percepción de la afirmación: “Es fácil encontrar bicicletas disponibles dentro del polígono.”



Fuente: Elaboración propia

Figura 18: Percepción de la afirmación: “En general, me agrada el sistema de bicicleta pública “Bici León”



Fuente: Elaboración propia

Datos abiertos

Concepción

Una de las visiones de la administración pública del periodo que comprende esta investigación (2015 - 2021) era tener una ciudad humana e inteligente (Dirección General de Innovación, 2021a), y para ello, se debía innovar desde la perspectiva de ciudad. De acuerdo con la Dirección General de Innovación (2021a), el Banco Interamericano de Desarrollo describe cuatro características principales en una ciudad inteligente: ser sostenible, generar riqueza, estar hecha para los ciudadanos, y ser inclusiva y transparente.

En esta última característica radican los canales de comunicación directos con la ciudadanía y la operación con datos abiertos que permitieran hacer un seguimiento de los recursos públicos. Los datos abiertos son aquellos que se pueden utilizar, reutilizar y redistribuir libremente por cualquier persona, y que son generados tanto desde el gobierno, como desde la sociedad en general. El manejo de estos ayuda a la mejor interpretación y diagnóstico para la toma de decisiones públicas (Dirección General de Innovación, 2021a).

Como se mencionó en el marco contextual, durante la administración estudiada, la Dirección de Innovación de León contaba con el laboratorio de innovación pública “Lab León”, el cual fomentaba acciones de innovación y emprendimiento público para otorgar mejores servicios y proyectos a las y los ciudadanos, y a otros servidores públicos municipales (Dirección General de Innovación, 2021b). Uno de los principios más relevantes en los que se enfocaba el laboratorio para innovar desde la parte pública, era mejorar la relación con la sociedad mediante instrumentos de gobierno más eficientes, tanto para consultas, temas de transparencia, agilizar procesos, entre otros (Dirección General de Innovación, 2021b).

Al trabajar con innovación abierta mediante nuevas formas de transparencia proactiva, ciencia ciudadana y tecnología cívica, comienza a planearse en 2018 (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022) uno de los esfuerzos más relevantes de Lab León: el programa “Datos Abiertos” (Dirección General de Innovación, 2021b). El objetivo de este programa era contribuir a que los datos de los procesos gubernamentales del municipio de León fueran accesibles a la ciudadanía y a los servidores públicos, y que ellos mismos pudieran gestionarlos para proponer proyectos innovadores (Dirección General de Innovación, 2021b).

Misraim Macías Cervantes, actual director del Instituto Municipal de la Juventud de León, y colaborador en la planeación de Lab León junto con Carlos de Jesús Torres Barrientos, actual titular de la Dirección General de Innovación de León, indicó que este programa serviría para “...evidenciar prácticas que no generan resultados positivos para las y los ciudadanos, buscando

siempre la mejora y la eficiencia de recursos públicos.” (Dirección General de Innovación, 2021b, pp.15).

R. Mirón, coordinador Datos Abiertos, indicó que también existe un valor académico y empresarial en el uso de los datos públicos (comunicación personal, 20 de enero de 2022).. El correcto análisis de la información podría dar pie y sustentar diversos tipos de investigaciones académicas, al igual que estudios de mercado con objetivos lucrativos (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Implementación

El programa Datos Abiertos constó de tres etapas fundamentales: el modelo de datos abiertos, los prototipos y apertura, y la formación y sensibilización para su uso. La primera se enfocaba en aspectos técnicos y legales que mediante la elaboración de un modelo de apertura buscaba que se definiera la manera en la que las dependencias municipales harían accesible su información (Dirección General de Innovación, 2021b). Tras la suma de la dirección al Secretariado Técnico Local de Gobierno Abierto del Estado de Guanajuato, el máximo órgano de toma de decisiones para instaurar prácticas de Gobierno Abierto en el estado, se colaboró para crear un Plan de Acción Local que contribuyera a lo siguiente:

1. La postulación de una normativa municipal para llevar una metodología de impulso a la política de datos abiertos contribuyó a la integración de información pública y datos abiertos en el reglamento de innovación (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).
2. La creación de guías con criterios técnicos, instructivos y metodologías para comprender la generación y uso de los datos abiertos.
3. La formación y capacitación de servidores públicos para que los datos generados dentro de la administración pública cumplieran con los estándares de calidad requeridos (Dirección General de Innovación, 2021b).

La segunda etapa constó de la apertura de las bases de datos de las dependencias municipales, y la creación de prototipos y herramientas que sirvan para analizar y crear proyectos (Dirección General de Innovación, 2021b). Para finales de la administración 2018-2021 se pudieron abrir más de 16 bases de datos de diferentes dependencias municipales como la Dirección General de Gestión Ambiental, Dirección General de Movilidad, IMPLAN, SAPAL, IMJU, entre otras (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Una vez teniendo los datos de las dependencias fue posible crear prototipos que usaran esta información para obtener aplicaciones, visualizaciones, mapas, tableros y otros productos tecnológicos que demostraran el potencial de los datos (Dirección General de Innovación,

2021b). Se comenzó con tres prototipos a partir de datos del programa “Conectividad Digital” de la misma Dirección General de Innovación. Dos de estos eran para uso interno de la Dirección, y servían para mejorar la toma de decisiones mediante visualizaciones. El tercero se puso a disposición de los leoneses mediante un chatbot de interacción ciudadana (Dirección General de Innovación, 2021b).

Además de la Dirección General de Innovación, se realizaron prototipos en otras dependencias, como el de Vivero León, en el que se contaba con un tablero informativo que indicaba el número de plantas donadas, y las especies disponibles para donación (Dirección General de Innovación, 2021b). Otro ejemplo fue justamente con el programa Bici León, de la Dirección General de Movilidad, en el que se creó un mapa interactivo de calor para visualizar los viajes realizados en la prueba piloto, y poder determinar permanencia, modificaciones, impacto, entre otros datos de los viajes de los usuarios (Dirección General de Innovación, 2021b).

La tercera etapa del programa constó en la formación y sensibilización tanto de la ciudadanía, como de los mismos servidores públicos de distintas dependencias. El objetivo de esta etapa era promover los beneficios, las oportunidades, y la importancia de los datos abiertos (Dirección General de Innovación, 2021b). Esto se llevó a cabo de manera tradicional con cursos, talleres y pláticas, teniendo como resultado más de quince proyectos creados con información pública (Dirección General de Innovación, 2021b).

Para esta etapa, también se buscaron métodos más dinámicos de sensibilización, como la organización de un Hackathon, y de eventos como el Open Data Day, iniciativa internacional por parte de Open Knowledge Foundation, en los cuales León fungió como una de las pocas sedes mexicanas. Cada año se colaboraba con una dependencia diferente para darle una temática al evento y, de igual manera, con una comunidad relacionada a dicha dependencia (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Como producto de este programa, se colaboró con 60% de las dependencias municipales, se capacitaron 50 servidores públicos (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022) y más de 300 ciudadanos (Dirección General de Innovación, 2021b). Como resultado indirecto, también se identificó un gran rezago en habilidades digitales y el uso de tecnología por parte de la sociedad, lo que ocasionó que algunas de las propuestas a desarrollar se hayan visto truncadas y suspendidas (Dirección General de Innovación, 2021b).

Al término de la administración evaluada en esta investigación, Lab León tenía planeada la creación de células de innovación dentro de todas las dependencias municipales para que continuaran con estos ejercicios de transparencia y uso de datos abiertos (Dirección General de Innovación, 2021b). Para poder dar continuidad, la plataforma educativa del municipio, “Aprende León”, la cual surgió a raíz de la pandemia para poder capacitar a las personas en diferentes habilidades digitales y de adaptación a la nueva realidad, cuenta con los programas de formación en datos abiertos disponibles para cualquier ciudadano o servidor público (Aprende León, 2022).

Tecnologías y habilidades aplicadas

Para poder llevar a cabo las diferentes tareas de este programa, era necesario que las personas a cargo tuvieran ciertas habilidades digitales altamente desarrolladas, como: user experience, data literacy, habilidades técnicas de programación, entre otras (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022). En este caso, el coordinador del programa, Ricardo Mirón, contaba con estudios en informática y desarrollo de software, y amplia experiencia en el desarrollo de proyectos de innovación (Mirón, 2022).

Esta preparación permitió analizar y manipular adecuadamente todos los datos (Big Data) e información otorgados por las dependencias municipales y crear con ellos algunos de los entregables mencionados anteriormente. Uno de los ejemplos fue el chatbot de interacción ciudadana, el cual requirió de inteligencia artificial y procesamiento natural del lenguaje para responder preguntas a través de mensajes, simulando una conversación humana (IBM Cloud Education, 2019).

La exigencia para los usuarios de la tercera etapa fue considerablemente menor. Para hacer uso de la información transparentada y tomar las capacitaciones otorgadas por Lab León, solo era necesario contar con habilidades digitales básicas de manejo de datos como Excel, o Google Sheets (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Actualmente la información, datos y proyectos que fueron resultado de este programa se mantienen alojadas en plataformas digitales abiertas. El contenido de los talleres y capacitaciones se puede encontrar en la plataforma municipal “Aprende León” (Aprende León, 2022), y la información de los productos creados con la información abierta se puede localizar en Github (Github, s.f.).

5. Hacia una interpretación de las innovaciones sociales digitales

A pesar de las diferencias estructurales de cada uno de los programas analizados, ambos comparten similitudes en cuanto a su planeación, sus etapas y el objetivo de fondo: mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos leoneses. Bici León lo hace desde el aspecto de la movilidad, influyendo a su vez en la salud de las personas y en la protección al medio ambiente, mientras que Datos Abiertos lo hace a través de la mejora de los procesos públicos, la transparencia, e incluso, el desarrollo de habilidades digitales.

Tomando en cuenta los resultados obtenidos en la investigación, y de acuerdo con las clasificaciones de Nesta (Buckland *et al.*, 2018), el programa de Bici León se clasifica como un programa de innovación social digital de tecnología abierta por el hecho de haber contado con equipos tecnológicos al alcance de la población que buscaban combatir problemáticas sociales y ambientales. En el caso de Datos Abiertos, como indica el mismo nombre, se trataba de una innovación de datos abiertos que buscaba, de manera innovadora, capturar, usar, analizar e interpretar información pública para mejorar el funcionamiento del servicio público (Buckland *et al.*, 2018).

En el aspecto de la alineación con las metas globales, cada programa contaba con un enfoque dirigido al cumplimiento de al menos uno de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. De acuerdo a lo dialogado con A. Chavarría, (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) Bici León encuadra con el ODS 11: lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles. Además, de manera indirecta, este programa encaja también con el ODS 3, que busca garantizar una vida sana, y con el 13, que busca combatir las causas y efectos del cambio climático (Naciones Unidas, s.f. b). Por su parte, R. Mirón (comunicación personal, 20 de enero de 2022), señala que el programa Datos Abiertos estaba enfocado específicamente en el ODS 16: Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas. Estos enfoques reflejan que la administración municipal tenía un compromiso con el cumplimiento de las metas designadas por las Naciones Unidas para tener comunidades más sostenibles.

El conjunto de sucesos que acontecieron antes y durante la ejecución de estos programas cumplieron con lo que, de acuerdo con Murray *et al.* (2010), distingue a la innovación social de los otros tipos de innovación. Uno de ellos fueron las redes de colaboración que se formaron, ya que en ambos casos estudiados se apreció cómo cada dirección se apoyó de comunidades e instituciones relacionadas con cada programa. De manera general, ambos se apoyaron de sociedad civil organizada, universidades, y empresarios. Y de manera particular, Bici León tuvo un estrecho vínculo con los vecinos del polígono y colectivos ciclistas (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022), mientras que Datos Abiertos colaboraba estrechamente con comunidades digitales y con otros funcionarios públicos (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Esta creación de comunidades cohesionadas y colaborativas alrededor de los programas aumentaron las posibilidades de éxito en su adopción. Además, en el caso de Datos Abiertos, cumple con uno de los objetivos de las ISD definidos por Nesta (2019): empoderar a los ciudadanos, y usar los conocimientos y habilidades comunitarios para efectos positivos. Esto mediante el desarrollo de habilidades en los beneficiarios para que pudieran realizar ejercicios de transparencia proactiva (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022), logrando así otro de los objetivos de la ISD: construir gobiernos más confiables y transparentes (Nesta, 2019).

Otros objetivos específicos de las ISD son la mejora de la calidad de vida de las personas, y el logro de la sostenibilidad ambiental en el estilo de vida de dichas personas (Nesta, 2019). Ambos se logran con Bici León al proveer alternativas innovadoras de movilidad a precios accesibles, mientras se disminuyen las emisiones de gases de efecto invernadero y se realiza actividad física. Por su parte, con Datos Abiertos, el enfoque está más orientado a la mejora de la función pública, lo cual es esencial para tener condiciones sociales de calidad en una comunidad.

De las 6 etapas en las que constan las innovaciones sociales, ambos programas se quedaron a la mitad del camino. En el caso de Bici León, el programa logró un diagnóstico completo y adecuado, una propuesta atractiva que tomó en cuenta a la ciudadanía, y un prototipo funcional (aunque con áreas de oportunidad). La etapa siguiente (sostenibilidad económica) fue la que se vio truncada debido a una falta de usuarios que pudieran solventar los costos del programa. Y en cuanto a la escalabilidad, las 2 nuevas zonas de operación de Bici León son el siguiente paso de la actual administración (León Ayuntamiento 2021-2024, 2021). Paradójicamente, estos pasos se darán sin que se haya logrado un uso exitoso del servicio (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022).

El programa de Datos Abiertos, y Lab León, tomaron un atajo en las etapas de la innovación social. Tal como lo mencionan Murray *et al.*, (2010), hay ocasiones en las que se resuelven problemas del día a día, o que llevan mucho tiempo en la sociedad, y es posible comenzar con la etapa de prototipado. Es así como Datos Abiertos, que se desarrolló desde cero dentro de la misma administración pública, se origina como un prototipo que iba iterando y diagnosticando problemáticas conforme avanzaba el programa (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Para ambos programas, lograr el cambio sistémico (que es la sexta etapa de la Innovación Social) se vio obstaculizado debido al poco tiempo de ejecución, a los contratiempos suscitados durante la pandemia de COVID-19, y especialmente, por la ineficiencia de la función pública. En el caso de Bici León, el presupuesto limitado, la errónea estrategia usada en la pandemia y la carente estrategia de comunicación (A. Chavarría, comunicación personal, 1 de febrero de 2022) causaron que el programa no cumpliera con las metas esperadas para que fuera exitoso.

Por su parte, la obtención de mayor información sobre los resultados y percepción del programa Datos Abiertos fue obstaculizada debido al cambio de administración municipal, que trajo consigo un reajuste en áreas internas de la Dirección de Innovación, y el cese de operaciones de

LabLeón. Esta falta de continuidad en los programas termina dejando a medias el proceso social de un cambio sistémico, y convierte el tiempo y los recursos invertidos en un desperdicio. A su vez, esta situación rompe con una de las aportaciones que señala el manifiesto de las innovaciones sociales digitales: hacer más costo-efectivos los servicios públicos (Digital Social Innovation Manifesto, s.f.).

Si bien la implementación de proyectos de innovación social digital requiere capacidades laborales específicas y de habilidades digitales sólidas, al momento de socializar los beneficios se buscó que su uso fuera lo más sencillo posible para las personas. En referencia a Bici León, los desarrolladores de Mobike eran quienes requerían conocimientos y habilidades digitales altamente desarrolladas, mientras que los colaboradores de la dirección de movilidad, y los usuarios, sólo requerían un nivel intermedio-alto de manejo del teléfono inteligente. Por parte del programa Datos Abiertos, los coordinadores del programa fueron quienes lo desarrollaron por completo, razón por la que su conocimiento y habilidades digitales requería ser alto, y ellos mismos las debían compartir, mediante capacitaciones y talleres, a quienes serían los usuarios del programa.

Aun así, uno de los motivos por los cuales no se cumplió con un mayor número de usuarios en ambos programas fue la brecha digital. En el caso de Datos Abiertos, el rezago en las habilidades digitales de la sociedad, e incluso de los mismos funcionarios públicos, obstaculizó el seguimiento del programa como se tenía previsto (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022). Por su parte, el hecho de que el sistema de Mobike solo permitiera su uso mediante teléfonos inteligentes, fue poco inclusivo para posibles usuarios que no tuvieran acceso a estos dispositivos, o a datos móviles, dejando fuera del servicio a ese sector de la población. Lo anterior sin mencionar que para tener una cuenta activa de Mobike es necesario que los usuarios tengan una cuenta de banco para pagar por el servicio, dejando fuera al 60% de los adultos de la región (Instituto Nacional de Geografía y Estadística, 2018). En este caso, A. Chavarría, (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) menciona que la brecha digital se reducirá conforme pasen los años, mientras que Network Transportation Systems Studies (2017b) indica que estas exclusiones pueden condenar los proyectos de bicicleta pública al fracaso.

Conclusiones

Una vez concluida la investigación, podemos dar una respuesta positiva a la pregunta rectora presentada al inicio, que fue: “¿cuál es la percepción de los beneficiarios de dos programas de Innovación Social Digital (ISD) implementados por el municipio de León, Guanajuato, y cuál ha sido su impacto?”. Así mismo, podemos confirmar los dos supuestos hipotéticos planteados: La percepción de los usuarios de los programas "Bici León" y "Datos Abiertos", implementados por

el Municipio de León, Guanajuato, de 2015 a 2021, así como su impacto social, son positivos.”, y “Los programas "Bici León" y "Datos Abiertos", implementados por el Municipio de León, Guanajuato, de 2015 a 2021, son consistentes con los principios de innovación social digital y con los Objetivos de Desarrollo Sostenible.”

En los siguientes apartados se detallan las conclusiones de este trabajo, las limitaciones que se tuvieron en el proceso, y las posibles investigaciones que se pueden realizar para profundizar en la materia.

Hallazgos y recomendaciones

La innovación social digital tiene un gran camino por delante. Al estar estrechamente ligada a la evolución de la tecnología, cada vez surgirán más y mejores herramientas para ayudar en la solución de las problemáticas. Sin embargo, no podemos dejar de lado el hecho de que es empleada por, y para, las personas. Y que estas a su vez tienen comportamientos variables, irracionales e inconsistentes que pueden alterar la implementación y los resultados de la ISD.

Es por ello que, a pesar de contar con metodologías para su aplicación, la ISD requiere de una actualización y aprendizaje continuo por parte implementadores, así como iteraciones y mejoras constantes para crear soluciones que, a pesar de ser subóptimas, tienen el potencial de contribuir paulatinamente y de manera positiva a los problemas socioambientales. Para aumentar las probabilidades de éxito, y la continuidad de los programas, resulta de gran importancia considerar los puntos anteriores al momento de implementar cualquier programa o proyecto de ISD.

Después de analizar ambos programas de ISD implementados por el municipio de León, y del levantamiento de encuestas de percepción, se pudo confirmar la primera hipótesis de esta investigación, ya que la percepción de los usuarios era positiva. Además, para evaluar el impacto ambos programas cumplieron adecuadamente las metodologías y enfoques de innovación social, y también estaban adecuadamente orientados a objetivos globales y a la mejora de aspectos sociales y ambientales, confirmando así la segunda hipótesis. Incluso los diagnósticos fueron adecuados, e involucraron correctamente a distintos actores de la sociedad.

Sin embargo, surgieron varios obstáculos y áreas de oportunidad al momento de su ejecución, que pusieron en riesgo su continuidad, causando que ambos programas hayan dejado de operar en meses posteriores al término de la administración estudiada. El programa Datos Abiertos, en conjunto con Lab León, no fueron considerados en el programa de gobierno de municipal 2021-2024 (León Ayuntamiento 2021-2024, 2021), y para marzo de 2022, Bici León suspendió temporalmente el servicio tras no haber reanudado el contrato al proveedor debido al incumplimiento de las demandas del servicio (Macías, E., 2022).

Tomando en cuenta el caso de Datos Abiertos, este programa no estuvo contemplado en el programa municipal de gobierno de la administración estudiada, resultando en una designación reducida de presupuesto y metas simples que se cumplieron sin mayor problema (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022). Sin embargo, su falta de continuidad y escalabilidad dentro de las instituciones municipales podrían indicar que no fue del todo aceptado y/o comprendido.

Para dar continuidad a este esfuerzo, se podría trabajar futuramente en adherir a los códigos o reglamentos de las diferentes dependencias municipales la obligación de contar con departamentos de datos abiertos que permitan a la ciudadanía, y a los mismos funcionarios, acceder a la información, y hacer uso de ella de manera proactiva. A su vez, estos departamentos podrían capacitar constantemente en cuestiones tecnológicas, y promover este servicio a la ciudadanía, para permitirle el acceso a una población cada vez mayor.

Datos Abiertos ejemplifica un programa que cuantitativamente cumplió con las metas y objetivos necesarios para considerarse exitoso, pero aun así no prosperó (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022). Lamentablemente para este caso no se pudieron conseguir suficientes datos de la percepción del usuario que permitieran tener una medición cualitativa del programa. Más adelante se detallará esta limitante.

Profundizando en el caso de Bici León, el hecho de haber manejado un presupuesto tan limitado dio origen a una serie de problemáticas que generaron un efecto dominó. En primer lugar, haber elegido al proveedor del servicio con base en los precios bajos, en vez de optar por una opción más accesible para los beneficiarios, o de mejor calidad, creó una primera barrera para el uso del servicio y limitó la cantidad de usuarios. Esta misma decisión trajo consigo una plataforma digital con fallas constantes que creaba dificultades en el uso de servicio. Y, en tercer lugar, la omisión por parte de Mobike en la entrega de información valiosa sobre el uso de la infraestructura impidió posibles mejoras y adecuaciones al sistema.

Sumado a lo anterior, los escasos esfuerzos por parte de la Dirección de Movilidad por difundir y promover el uso de la bicicleta pública, y las restricciones causadas por la pandemia de COVID-19, ocasionaron que la cantidad de usuarios fuera bastante limitada, e insuficiente para considerar el programa como exitoso. Sin embargo, la percepción general de los usuarios resultó ser en su mayoría positiva. A pesar de las áreas de oportunidad antes mencionadas, y de que era una población pequeña, gran parte de ellos consideraba que el servicio era de calidad, económico y eficiente.

En este punto es evidente una contradicción entre la medición cualitativa, y la cuantitativa. El bajo número de usuarios indica que el programa fue un fracaso, y que era insostenible, mientras que la percepción general indica que Bici León era un programa que le agradaba a sus beneficiarios. Podemos entonces deducir que el programa era bueno y del agrado de sus usuarios, y que el problema radicaba en los obstáculos que dificultaban la integración de más usuarios, lo cual pudo haberse logrado a través de una selección adecuada de infraestructura, y una estrategia de promoción mayor integrada por diferentes sectores de la sociedad.

De acuerdo a lo investigado, sería óptimo que el nuevo proveedor del sistema de bicicleta pública cumpliera con lo siguiente:

1. **Un sistema de fácil acceso:** La elección de hardware que tenga opción para hacer uso de las bicicletas sin necesidad de usar un teléfono móvil. A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022) menciona que la opción óptima sería que las tarjetas validadoras que se usan para pagar los camiones del Sistema Integrado de Transporte (SIT), funcionen también para la renta de bicicletas. Otra opción sería un sistema aislado que permita hacer uso del servicio a través de aplicación, y/o con una tarjeta adicional a la del SIT, y realizar el registro de los datos, y los pagos por medio digital, o presencial, en oficinas municipales. Esta es la forma en la que funciona exitosamente el sistema “Ecobici”, en Ciudad de México (Ecobici, s.f.)
2. **Fortalecer la promoción y difusión:** Aumentar la promoción del uso de bicicleta dentro del polígono colaborando con colectivos ciclistas, academia, e incluso las empresas y comercios de la zona. Si bien la pandemia obstaculizó en gran medida la prueba piloto, de acuerdo con A. Chavarría (comunicación personal, 1 de febrero de 2022), y con la percepción de los usuarios, el programa no contó con la suficiente difusión, causando que el servicio fuera “ajeno” o casi invisible, a pesar de que las personas pasaran frente a él y este contara con señalética fácil de entender. Un aspecto que se puede aprovechar, y que surgió a pesar de no estar contemplado en los objetivos del programa, fue el uso recreativo que se le dió al servicio. Las campañas mediáticas podrían invitar a la ciudadanía a probar el servicio mediante rodadas, paseos u otros eventos de esparcimiento, y así demostrar que el servicio es de calidad, accesible, y viable para moverse de un lugar a otro.
3. **Datos en tiempo real:** Contar con un sistema que otorgue datos en tiempo real, y un equipo interno que sepa analizar y manipular dicha información, permitiría ofrecer un mejor servicio a los usuarios y trazar adecuadamente la planeación para el crecimiento del polígono. De igual manera, estos datos brindarían información valiosa a otras dependencias para la planeación de vialidades, de espacios recreativos, o incluso, de mejoras en temas de seguridad.

Limitaciones

Las transiciones entre una administración y otra, en el sector público, suelen ser momentos llenos de cambios drásticos debido a las nuevas promesas, gabinetes, partidos políticos y formas de trabajo con las que llegan las nuevas personas al mando. Esto llega a impactar no solo en el número de personal de las dependencias, o en su personal, también en los programas con los que habían estado trabajando previamente, llegando a sufrir modificaciones o en otros casos, su

terminación. Esta falta de continuidad en las políticas públicas y en los programas de gobiernos se da tanto en los gobiernos nacionales como en los locales.

En el caso de León, no hubo excepción. La entrada al poder de la nueva alcaldesa, Alejandra Gutiérrez Campos, en octubre de 2021 (Juárez, D. 2021), trajo cambios significativos para distintas áreas y dependencias municipales. Como se mencionó anteriormente, la Dirección de Innovación de León no se vio ajena a esta situación, y el programa Lab León, junto con Datos Abiertos, no permanecieron en la administración 2021-2024 (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022).

Debido a lo anterior, muchas de las personas que formaban parte de esta dependencia han cambiado sus sedes laborales, y las solicitudes de información a dicha dependencia se han visto ignoradas. Además de esto, por razones obvias, ya no hay beneficiarios nuevos de este programa, lo cual impidió levantar suficientes encuestas de percepción sobre el mismo, obstaculizando el análisis de percepción a estos usuarios

Para el caso de Bici León, hubo mejor suerte. A pesar de la interrupción en el servicio, que causó que solo se pudieran realizar algunas encuestas de forma presencial, se logró contactar con comunidades ciclistas vía digital, permitiendo recopilar ágilmente las respuestas faltantes.

Líneas de investigación futuras

Con los resultados de ambos programas resalta la necesidad de realizar evaluaciones más amplias a los programas de IS e ISD que no solo estén basadas en metas cuantitativas, sino que tomen en cuenta cómo han mejorado los procesos sociales desde la perspectiva de las personas usuarias. En futuras investigaciones se podrían abordar metodologías de evaluación de las ISD, o incluso, crear nuevas que también contemplen las vinculaciones y colaboraciones creadas en el mismo proceso, tal como mencionan Murray *et al.* (2010).

También es muy evidente la urgencia de democratizar el uso de las tecnologías para disminuir el rezago digital. Esto fue aún más alarmante en el caso de Datos Abiertos, en el que incluso hubo problemas para involucrar a funcionarios públicos debido a falta de habilidades digitales (R. Mirón, comunicación personal, 20 de enero de 2022), haciendo evidente la necesidad de capacitaciones en el manejo de herramientas tecnológicas dentro de la administración pública. De aquí podrían surgir investigaciones sobre la brecha digital en la ciudad, así como propuestas de programas académicos de capacitación básica en el uso de tecnologías.

Otra cuestión que no podemos dejar atrás es la asignación de recurso presupuestario para los programas. Como sucedió en ambos programas, especialmente en Bici León, el bajo presupuesto asignado fue la principal causa del poco alcance que tuvieron. En futuras investigaciones se podría profundizar en los motivos por los cuales se asignó un monto tan bajo

de presupuesto, y cuánto sería lo óptimo para planear y ejecutar un programa adecuado para la ciudad de León, Guanajuato.

Por último, es importante impulsar un ecosistema local que fomente la IS y la ISD, tanto en la investigación, como en la ejecución. En Europa las células de IS e ISD colaboran frecuentemente sin importar la nacionalidad, o si son de origen académico, público, o pertenecientes a la sociedad civil. Gracias a esta red de colaboración, se cuenta con un mayor desarrollo de proyectos que buscan beneficiar a las personas (Social Innovation Academy, s.f.).

La iniciativa Lab León contempló este impulso a la innovación social desde el ámbito público a través de sus programas (Dirección General de Innovación de León, 2021a). Sería interesante contemplar en futuras investigaciones cómo se contempla continuar con la creación de este ecosistema innovación social, de qué manera se pueden ir sumando diferentes actores sociales, y cómo puede incentivarse el financiamiento de estos proyectos para que puedan tener seguimiento sin importar que haya cambios políticos y/o sociales.

Referencias

- Anheier, H. K., Krlev, G., y Mildenberger, G. (2019). *Social innovation. Comparative perspectives*. NY: Routledge.
- Antikainen, M., Uusitalo, T. Kivikytö-Reponen, P. (2018) Digitalization as an Enabler of Circular Economy. 10th CIRP Conference on Industrial Product-Service Systems.
- Aprende León (2022) Inicio. Recuperado de <https://aprendeleon.com/>
- Arquitectos 501 (s.f.) Sistema de Bicicleta Pública León. Guanajuato, México.
- Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2021) Anuario Estadístico de Población Escolar en Educación Superior 2021-2022. Recuperado de <http://www.anuies.mx/informacion-y-servicios/informacion-estadistica-de-educacion-superior/anuario-estadistico-de-educacion-superior>
- Aurik, J. & Leurent, H. (2018). Which countries are best prepared for the future of production? *World Economic Forum*. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2018/01/time-for-action-who-is-really-ready-for-the-future-of-production/>
- Baldassarre, F., Ricciardi, F., y Campo, R. (2017) The advent of industry 4.0 in manufacturing industry: literature review and growth opportunities. *DIEM*, 3 (1) 632-643. Recuperado de <https://hrcak.srce.hr/187418>
- Benavides, M. y Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, 34(1). Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74502005000100008
- Boston Consulting Group [BCG] (2018b). Man and Machine in Industry 4.0. *Boston Consulting Group*. Recuperado de <https://www.bcg.com/industries/engineered-products-infrastructure/man-machine-industry-4.0.aspx>
- Boston Consulting Group [BCG] (2018a) Cybersecurity meets IT risk management. *Boston Consulting Group*. Recuperado de <https://www.bcg.com/capabilities/technology-digital/cybersecurity-meets-it-risk-management.aspx>
- Brennen, J. S., & Kreiss, D. (2016). Digitalization. *The International Encyclopedia of Communication Theory and Philosophy*, 1–11.

- Brynjolfsson, E., & McAfee, A. 2014. *The Second Machine Age: Work Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. New York: W. W. Norton & Company.
- Buckland, H., Garmila, A., Murillo, D., y Silva, M. (2018) *La revolución digital ante los grandes retos del mundo. 100 iniciativas de innovación social digital que están transformando América Latina*. [archivo PDF]. Recuperado de https://itemsweb.esade.edu/wi/Prensa/InformeInnovacionSocial_ESADE.pdf
- Castro, E. (2020, mayo) NOVAERA busca que la mentefactura se convierta en el motor económico. *Mexico Industry*. Recuperado de <https://mexicoindustry.com/noticia/novaera-busca-que-la-mentefactura-se-convierta-en-el-motor-economico>
- Castro, J. (2019, agosto 30) Reprueban a León como “Ciclociudad”. *Periódico A.M.* Recuperado de <https://www.am.com.mx/guanajuato/noticias/Reprueban-a-Leon-como-ciclociudad-20190830-0038.html>
- Centro Mario Molina Para Estudios Estratégicos Sobre Energía y Medio Ambiente A.C. (2021) *Plan Municipal de Cambio Climático*. [archivo PDF] Recuperado de https://ab85c0d4-5539-4c14-97f1-5678e2baa2f4.usrfiles.com/ugd/ab85c0_7abdca72080a4185ba50b989ee4ff40d.pdf
- DataMéxico (s.f.) Matrículas en educación superior. Recuperado de <https://datamexico.org/es/profile/geo/leon#educacion-distribucion-estudiantes>
- Digital Social Innovation Manifiesto [DSI Manifiesto] (s.f.) About the DSI Manifiesto. Recuperado de <https://www.dsimanifiesto.eu/about/index.html>
- Dirección General de Comunicación Social de León (2021) *3 Años. Contigo y por tí*. [archivo PDF]. Recuperado de <https://leon.gob.mx/publicaciones/3er-informe-2021.pdf>
- Dirección General de Innovación de León (2021a) *Innovación León. Un testimonio de innovación en el municipio de León*. México. Dirección General de Innovación de León
- Dirección General de Innovación de León (2021b) *Reporte LAB León: Sociedad de Innovadores*. México. Dirección General de Innovación de León
- Dirección General de Movilidad de León (s.f. a) León Se Mueve. Recuperado de <https://www.leon.gob.mx/movilidad/articulo.php?a=103>
- Dirección General de Movilidad de León (s.f. b) Movilidad Ciclista. Recuperado de <https://www.leon.gob.mx/movilidad/articulo.php?a=104>

- Ecobici (s.f.) ¿Cómo podemos ayudarte? Recuperado de <https://ecobici.cdmx.gob.mx/acerca-del-sistema/>
- Escobar, M. (2015). Las Competencias Laborales: ¿La Estrategia Laboral Para La Competitividad de las Organizaciones? *Revista Cielo*, 21 (96) Recuperado de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-5923200500030000
- Fundación Paraguaya (s.f.) Semáforo de eliminación de pobreza. Recuperado de <http://www.fundacionparaguaya.org.py/v2/?proyecto=semaforo-de-eliminacion-de-la-pobreza>
- Garabito, G (2017) Inserción laboral y mercados de trabajo en jóvenes universitarios en León, Guanajuato. *Revista Latinoamericana de Estudios del Trabajo*, 22 (36). Recuperado de <http://alast.info/relet/index.php/relet/article/view/290>
- García, E. (2021) *Análisis de la Ley de Movilidad del Estado de Guanajuato*. (Tesis de maestría inédita) Escuela de gobierno y transformación pública. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey.
- Github (s.f.) [lableon.github.io](https://github.com/LabLeon/lableon.github.io). Recuperado de <https://github.com/LabLeon/lableon.github.io>
- Gobierno del Estado de Guanajuato (2021, junio 14) Presenta el Gobernador la Estrategia “Valle de la Mentefactura Guanajuato”. *Boletines Guanajuato*. Recuperado de <https://boletines.guanajuato.gob.mx/2021/06/14/presenta-el-gobernador-la-estrategia-valle-de-la-mentefactura-guanajuato/>
- Iberdrola (s.f.) ¿Qué es inteligencia artificial? Recuperado de <https://www.iberdrola.com/innovacion/que-es-inteligencia-artificial>
- IBM Cloud Education (2019, mayo 9) Chatbots. *IBM Cloud Learn Hub*. Recuperado de <https://www.ibm.com/cloud/learn/chatbots-explained>
- IBM Cloud Education (2020, junio 3) Artificial Intelligence. *IBM Cloud Learn Hub*. Recuperado de <https://www.ibm.com/cloud/learn/what-is-artificial-intelligence>
- Industry IoT Consortium (s.f.) *Why was the Industrial Internet Consortium formed?* Frequently Asked Questions. Recuperado de. <https://www.iiconsortium.org/faq.htm>
- Instituto Municipal de la Juventud de León [IMJU] (s.f.) ¿Quiénes somos? Recuperado de http://leonjoven.gob.mx/?page_id=7990
- Instituto Municipal de Planeación de León [IMPLAN] (2021) Plan Municipal de Desarrollo León hacia el futuro. [archivo PDF] Recuperado de <https://www.Instituto Municipal de>

[Planeación de León.gob.mx/pdf/planeacion/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%202045.pdf](https://león.gob.mx/pdf/planeacion/Plan%20Municipal%20de%20Desarrollo%202045.pdf)

- Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI] (2018, noviembre 23) Se presenta la tercera encuesta nacional de inclusión financiera. *Comunidad de prensa* [archivo PDF] Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2018/OtrTemEcon/ENIF2018.pdf>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI] (s.f. a). Población total. Recuperado el 6 de Septiembre de 2021 de <http://cuentame.inegi.org.mx/poblacion/habitantes.aspx>
- Instituto Nacional de Geografía y Estadística [INEGI]. (s.f. b) TICs en hogares. Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/temas/ticshogares/>
- International Federation of Robotics [IFR] (s.f.) Industrial Robots. *International Federation of Robotics*. Recuperado de <https://ifr.org/industrial-robots>
- Juárez, D. (2021, octubre 10) Alejandra Gutiérrez alcaldesa de León: Toma de protesta este domingo en la Plaza Principal. *Periódico A.M.* Recuperado de <https://www.am.com.mx/leon/Alejandra-Gutierrez-alcaldesa-de-Leon-Toma-de-posesion-este-domingo-en-la-Plaza-Principal-20211010-0020.html>
- León Ayuntamiento 2021-2024 (2021) Programa de Gobierno Municipal de León, Guanajuato, 2021 - 2024. [archivo PDF] Recuperado de <https://implan.gob.mx/pdf/planeacion/programa-gobierno.pdf>
- Linke, R. (2017, diciembre 11). Additive Manufacturing, explained. *PHYS.ORG*. Recuperado de <https://phys.org/news/2017-12-additive.html>
- López, D. (2016, octubre 24) Investigación y desarrollo (I+D). *Economipedia*. Recuperado de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-desarrollo-id.html>
- MacDougall, W. (2014) *Industrie 4.0: Smart manufacturing for the future*. Germany Trade & Invest. [archivo PDF] Recuperado de <https://www.pac.gr/bcm/uploads/industrie4-0-smart-manufacturing-for-the-future-en.pdf>
- Macías, E. (2022, mayo 9). Finalizan contrato con Mobike para operar 'Bici León'. *Zona Franca*. Recuperado de <https://zonafranca.mx/politica-sociedad/finalizan-contrato-con-mobike-para-operar-bici-leon/>
- Marr, B. (2018, Julio 30). 9 Powerful Real-World Applications of Augmented Reality (AR) Today. *Forbes*. Recuperado de <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/07/30/9->

[powerful-real-world-applications-of-augmented-reality-ar-today/#22df3de02fe9](https://www.researchgate.net/publication/352222222/powerful-real-world-applications-of-augmented-reality-ar-today/#22df3de02fe9)

- Martínez, A. (2020) Capítulo 6: Retos en la implementación de Industria 4.0: el caso de gkn Driveline en A. Martínez, M. Alvarez y A. García (Coords) , Industria 4.0 en México: Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas. (pp 19-27) México: UNAM – Plaza y Valdés.
- Martínez, A., Alvarez, M., y García A. (2020) Introducción en A. Martínez, M. Alvarez y A. García (Coords) , Industria 4.0 en México: Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas. (pp 19-27) México: UNAM – Plaza y Valdés.
- May, C., Martínez, C., Aparicio, E., Gutiérrez, A. (2021) León Innovando para el Futuro del Trabajo: Impulso y fortalecimiento a la inserción laboral, actividad emprendedora, y formación dual para jóvenes leoneses, en el marco de la pandemia por COVID-19. [archivo PDF]. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1HfP9aMGtuNK4pCqSM7kX6Kut6fnHm8t/view>
- Micheli, J. (2020) Prólogo. En A. Martínez, M. Alvarez y A. García (Coords) , Industria 4.0 en México: Elementos diagnósticos y puesta en práctica en sectores y empresas. (pp 13-18) México: UNAM – Plaza y Valdés.
- Microsoft Azure (2018). *What is the Cloud?* Recuperado de <https://azure.microsoft.com/en-us/overview/what-is-the-cloud/>
- Mirón, R. (2022) Resumen. Recuperado de <http://ricardomiron.me/about/>
- Mobike (s.f.) Inicio. Recuperado de www.mobike.com
- Morrar, R., Arman, H., Mousa, S. (2017, noviembre) The Fourth Industrial Revolution (Industry 4.0): A Social Innovation Perspective. Revista: *Technology, Innovation and Management Review*, 7 (11). [archivo PDF] DOI: <http://dx.doi.org/10.22215/timreview/1117>
- Murray, R., Cauler-Grice, J. y Mulgan, G. (2010) The Open Book Of Social Innovation. Recuperado de <https://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2012/10/The-Open-Book-of-Social-Innovationg.pdf>
- Naciones Unidas (2019) Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019_Spanish.pdf
- Naciones Unidas [ONU] (s.f. a) Influencia de las tecnologías digitales. Recuperado de <https://www.un.org/es/un75/impact-digital-technologies>

- Naciones Unidas [ONU] (s.f. b) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Nemoto, T., y Beglar, D. (2014). *Developing Likert-scale questionnaires*. JALT2013 Conference Proceedings. [archivo PDF] Recuperado de https://jalt-publications.org/sites/default/files/pdf-article/jalt2013_001.pdf
- Nesta (2019) What is Digital Social Innovation? Recuperado de <https://www.nesta.org.uk/project/digital-social-innovation/>
- Network Transportation Systems Studies (2017a) *Primer informe. Definición del sistema de bicicleta pública* (Informe inédito). Dirección General de Movilidad del Municipio de León.
- Network Transportation Systems Studies (2017b) *Cuarto Informe. Selección del Sistema*. (Informe inédito). Dirección General de Movilidad del Municipio de León.
- Oracle (s.f.) ¿Qué es el IoT? Recuperado de <https://www.oracle.com/mx/internet-of-things/what-is-iot/>
- Oxfam (2014) Participación ciudadana: Metodología para facilitar procesos liderados por jóvenes. [archivo PDF] Recuperado de https://cng-cdn.oxfam.org/peru.oxfam.org/s3fs-public/file_attachments/metodologia-participacion-ciudadana-jovenes_3.pdf
- Platform Industrie 4.0 (s.f.) What is industrie 4.0? *Platform Industrie 4.0*. Recuperado de <https://www.plattform-i40.de/IP/Navigation/EN/Industrie40/WhatIsIndustrie40/what-is-industrie40.html>
- Rendón, C. (2019, septiembre 20) Arranca “Bici León”. *El Sol de León*. Recuperado de <https://www.elsoldeleon.com.mx/local/arranca-bici-leon-4207100.html>
- Ross, S. (2021, octubre 5) Why You Should Invest in Research and Development (R&D). *Investopedia*. Recuperado de <https://www.investopedia.com/ask/answers/043015/what-are-benefits-research-and-development-company.asp>
- Russmann, M., Lorenz, M., Gerbert, P., Waldner, M., Pascal, E., Harnisch, M. y Justus, J. (2015, abril 9). Industry 4.0: The Future of Productivity and Growth in Manufacturing Industries. *Boston Consulting Group*. Recuperado de https://www.bcg.com/publications/2015/engineered_products_project_business_industry_4_future_productivity_growth_manufacturing_industries
- Rybit (s.f.) About Us. Recuperado de <https://www.moovmobility.co/#about>

- Sánchez, E. (2018, abril 23) EPN inaugura el pabellón en la Feria de Hannover 2018. *Excelsior*. Recuperado de <https://www.excelsior.com.mx/nacional/epn-inaugura-el-pabellon-de-mexico-en-la-feria-de-hannover-2018/1234252>
- SAS Analytics (s.f.) Big Data: What is it and why it matters. Recuperado de https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html
- Schwab, K (2016, enero 14) The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. *World Economic Forum*. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>
- Sistema de Información Cultural Mexico [SIC México] (s.f.) Universidades en León, Guanajuato. Recuperado de https://sic.gob.mx/lista.php?table=universidad&estado_id=11&municipio_id=20
- Sniderman, B., Mahto, M. y Cotteleer M. J. (2016). *Industry 4.0 and manufactory ecosystems: Exploring the world of connected enterprises*. Deloitte University Press [archivo PDF] Recuperado de https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/manufacturing/Industry4.0_ManufacturingEcosystems.pdf
- Social Innovation Academy (s.f.) Social Innovation Trends 2020-2030. The next decade of social innovation. [archivo PDF] Recuperado de https://sinnergia.org/wp-content/uploads/2020/04/The_Social_Innovation_Trends_2020_2030_Report.pdf
- Steinberg, J., y Lin. L. (2017, junio 20) Chinese Bike-Sharing Company Mobike Valued at Around \$3 Billion. *Wall Street Journal*. Recuperado de <https://www.wsj.com/articles/chinese-bike-sharing-company-mobike-valued-at-around-3-billion-1497960745>
- Stokes, M., Baeck, P., y Baker, T. (2017, mayo 15) What next for digital social innovation? Realising the potential of people and technology to tackle social challenges *Nesta*. Recuperado de <https://www.nesta.org.uk/report/what-next-for-digital-social-innovation-realising-the-potential-of-people-and-technology-to-tackle-social-challenges/>
- Van Duuren, O. (2016, noviembre 4). Welcome to the Industrial Revolution 4.0. *LinkedIn*. Recuperado de <https://www.linkedin.com/pulse/welcome-industrial-revolution-40-olivier-van-du%C3%BCren>
- Velázquez, M. (2021, mayo 31) La evolución de la bicicleta, así ha cambiado este vehículo de dos ruedas. *Muy Interesante*. Recuperado de <https://www.muyinteresante.com.mx/junior/evolucion-de-la-bicicleta-historia-y-cambios->

[mas-importantes/](#)

- Vinuesa, R., Azizpour, H., Leite, I., Balaam, M., Dignum, M., Domisch, S., Felländer, A., Daniela, S., Max, L., y Fuso, F. (2020, enero 23) The role of artificial intelligence in achieving the Sustainable Development Goals. *Nature Communications*. Recuperado de <https://www.nature.com/articles/s41467-019-14108-y>
- Westley F. McGowan, K., y Tjornbo, O. (2017) The history of social innovation. En McGowan, K., Westley F., y Tjornbo, O., *The Evolution of Social Innovation: Building Resilience Through Transitions*. (pp. 1-17) Reino Unido: Edward Elgar
- World Economic Forum. (2020) The future of jobs report 2020. [archivo PDF] Recuperado de http://www3.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs_2020.pdf
- Xu, M., David, J. y Kim, S. (2018, marzo 8) The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges. *International Journal of Financial Research*. Vol. 9, No. 2. DOI: 10.5430/ijfr.v9n2p90