

La analítica de datos y el aprendizaje digital como herramientas para la toma de decisiones en instituciones de investigación científica y tecnológica

Data analytics and digital learning as tools for decision-making in scientific and technological research institutions

José Sámano Castillo
Universidad Nacional Autónoma de México
jose.samano@cic.unam.mx
<https://orcid.org/0009-0009-8302-4975>

Luis Hernández Juárez
Universidad Nacional Autónoma de México
lhernandez76@yahoo.com.mx
<https://orcid.org/0009-0008-8525-9770>

Fecha de recepción: 1 de agosto de 2024
Fecha de aprobación: 9 de septiembre de 2024
Fecha de publicación: 17 de octubre de 2024

La analítica de datos y el aprendizaje digital como herramientas para la toma de decisiones en instituciones de investigación científica y tecnológica /

José Sámano Castillo y otros

<https://doi.org/10.18800/360gestion.202409.002>

RCG. 20240902

Se presentan los resultados obtenidos del diseño e implementación de un sistema de indicadores, el cual analiza la información de una plataforma responsiva que muestra el potencial tecnológico, de investigación y formación de recursos humanos con que cuentan los 493 laboratorios nacionales, universitarios y unidades de apoyo de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El sistema de indicadores de desempeño utiliza la base de datos de la plataforma para monitorear, analizar y revelar las ventajas conseguidas en el tiempo, para lo que incorpora una herramienta de vanguardia en business intelligence y analytics: Microsoft Power BI®, con el que se logró la visualización avanzada, segmentación, KPI's, gráficos interactivos con nivel de profundidad y agregación, estadísticas clave y optimización.

El sistema es responsivo para cinco categorías: capacidades, equipamiento, personal, comunicación y pronósticos, así como 45 KPI's simples y una sección de pronósticos (machine learning), para aprovechar la información generada los últimos siete años.

Palabras clave: *business analytics, business intelligence, indicadores (KPI's).*

The results obtained from the design and implementation of an indicator system are presented in this document. This system analyzes the information from a responsive platform that displays the technological, research, and human resources training potential of the 493 national laboratories, university laboratories, and support units of the National Autonomous University of Mexico (UNAM).

The performance indicator system uses the platform's database to monitor, analyze, and reveal the advantages achieved over time. It incorporates a cutting-edge business intelligence and analytics tool: Microsoft PowerBI®, which allows for advanced visualization, segmentation, KPIs, interactive graphs with depth and aggregation levels, key statistics, and optimization.

The system is responsive for five categories: capabilities, equipment, personnel, communication, and forecasts. It includes 45 simple KPIs and a section for forecasts (machine learning) to leverage the information generated in the last seven years.

Keywords: business analytics, business intelligence, indicators (KPIs).

1. Introducción

En la actualidad, la toma de decisiones en las organizaciones está fundamentada en la incorporación de grandes bases de datos que contienen información clave acerca de su descripción, desempeño y resultados, así como de la apropiada explotación de estos datos a través de la analítica de datos (*business analytics*) y de los medios visuales adecuados para que, de forma interactiva, se conozcan los resultados de los procesos mediante indicadores analizados en tiempo real.

La competitividad de las organizaciones se ve positivamente afectada cuando se disponen de datos transformados en información dinámica, lo cual resulta útil para que los tomadores de decisiones cuenten, en el momento oportuno, con información para fundamentar la revisión del desempeño de los procesos de la organización y reorientar de forma correctiva, y sobre todo preventiva, su dirección.

Si bien esta vía para tomar decisiones competitivas es ampliamente utilizada en las empresas, las cuales han desarrollado capacidades tecnológicas y habilitado recursos para su implementación y mejora, no se aplica en las instituciones públicas, en las que muchas de sus decisiones son tomadas de forma reactiva, con un bajo enfoque preventivo y, la mayoría de las veces, basadas en el empirismo.

Las universidades e instituciones de educación superior no están exentas de la acelerada transformación de la sociedad, reflejada en los cambios de la enseñanza-aprendizaje, de la didáctica de sus programas de estudio, así como de la manera en que se realiza la investigación científica y se atienden los requerimientos de terceros, que son formulados por el sector productivo y social.

Esta dinámica de cambio exige que las universidades cuenten con una organización de procesos, habilitación de recursos y análisis de desempeño de sus principales actividades, tanto docentes como de investigación y de vinculación. En específico, y dentro del ámbito de esta investigación, la vinculación de los asuntos relativos a la atención de la relación universidad-empresa (RUE) necesita ser revisado continuamente para que las entidades de interfaz sean capaces de responder con eficiencia a estas dinámicas de cambio y transformación social.

La UNAM cuenta, desde el 2015, con un sistema de enlace denominado LabUNAM, diseñado y administrado por la Coordinación de la Investigación Científica, que reúne la información tecnológica de los laboratorios internacionales, nacionales, universitarios y unidades de apoyo con los que cuenta el Subsistema de Investigación Científica y entidades afines. Este sistema, además de cumplir la función de ser un repositorio sistémico de información, es útil como una ventana de exhibición de las capacidades tecnológicas de los 493 laboratorios¹.

Durante el 2022, se coordinó un proyecto, utilizando conocimientos, metodologías y herramientas propias del enfoque agile y del Project Management Institute (PMI), para el diseño y desarrollo de un sistema de indicadores que permita generar información relevante por intermedio de KPI's que proporcionen información útil para que los funcionarios universitarios responsables de la toma de decisiones cuenten con una herramienta oportuna y dinámica que simplifique y dinamice la actividad. Posteriormente, se realizó la integración de la base de datos con *business analytics* en una plataforma electrónica responsiva

¹ Al respecto, véase www.labunam.unam.mx

que utiliza Power BI® para su visualización. En la actualidad, el sistema de indicadores tecnológicos es operativo, con diferentes permisos de acceso según la jerarquía y función del usuario.

Finalmente, en este documento se presentan los resultados de la aplicación del sistema de indicadores tecnológicos, los principales aprendizajes en la integración de un sistema complejo multiactor y multidisciplinario con enfoque sistémico.

2. Marco de referencia

El término *big data* no es nuevo y, de acuerdo con Andrus Ansip, vicepresidente de Digital Single Market, si el futuro digital pudiera ser resumido en una palabra, esta sería data. Este fenómeno ha tenido una evolución radical en conformidad con el volumen (¿cuánto?), la velocidad (¿qué tan rápido?) y la variedad de datos (¿qué tan diversos?) disponibles hoy día (Sedkaoui, 2018).

En consonancia con Business & Growth (2023), los macrodatos, la computación en la nube y el análisis empresarial se han vuelto parte integral de casi todas las instituciones. Tanto el *big data*, el *business intelligence* y el *business analytics* son el futuro. Estos términos se usan en todos los campos empresariales y en instituciones públicas y privadas, por lo que es preciso definir las diferencias significativas entre ellos y advertir que el éxito de una estrategia en el manejo de datos de una institución se fundamenta en desarrollar los tres.

El *big data* hace referencia a la captura y almacenamiento de grandes volúmenes de datos estructurados y no estructurados, y en los procesos empleados para hallar patrones inherentes a esos datos.

El *business intelligence* está orientado al pasado, analiza la información histórica de la que se tiene registro en bases de datos y ayuda a comprender su trayectoria revelando los patrones que una entidad haya seguido hasta una fecha de corte.

Por último, el *business analytics* está orientado hacia el futuro, hace posible tomar decisiones objetivas sustentadas en modelos predictivos para una entidad de análisis. La principal diferencia reside en que el primero corrige errores operativos (actuales y pasados), mientras que el segundo se enfoca en no cometerlos a futuro.

Según Treviño Reyes et al. (2020), la analítica de datos es definida como la recolección, a través de las fuentes principales de información, de los datos más importantes para ser procesados. Esta impacta directamente en la toma de decisiones estratégicas dentro de una organización, al igual que en su forma de operar en el mercado y en su productividad. Además, mantiene como principal filosofía la generación de valor mediante productos y servicios, así como la entera satisfacción del consumidor final.

Por su parte, *learning analytics* (LA) ha atraído una reciente atención como un camino de desarrollo de aprendizaje y prácticas de enseñanza en la educación superior, y ha sido definida como la colección, edición, análisis y reporte de datos acerca del aprendizaje de los alumnos. Ello se ha convertido en un extraordinario marco de aprendizaje a partir del cual las organizaciones que realizan investigación se pueden ver beneficiadas (Rosa et al., 2022).

Roy *et al.* (2022) indica que en la construcción del LA es necesario seleccionar un modelo adecuado que no solo sirva para la captura y almacenamiento de datos, sino que sea capaz de relacionarlos y visualizarlos, con la finalidad de que cumpla con los requerimientos válidos de los usuarios y posea capacidad predictiva para la toma de decisiones. La selección de un modelo debe contener elementos de exactitud en el cálculo, robustez, sensibilidad y seguridad de la información.

La visualización de datos es un paso muy importante para su análisis, ya que provee las señales para mostrar los datos de una manera efectiva, interesante, simple y entendible para todos, eliminando la barrera del lenguaje. También puede representar con sencillez una gran cantidad de datos en un pequeño espacio, como una pantalla.

Luego, a raíz de la pandemia de la COVID-19, se desarrollaron sistemas de visualización que muestran colecciones de datos, orígenes, geolocalizaciones, etc.; incluso, predicciones de los posibles impactos a la salud y a la economía, y su relación con la generación de políticas públicas para la reducción de estos impactos.

Por su parte, Microsoft Power BI® se convirtió en la herramienta de mayor uso para el análisis de datos, puesto que provee un modo diferente de visualizarlos, además de que estos pueden ser representados sugestivamente, ya sea en columnas, tablas, mapas o gráficas, hecho que simplifica los tableros (*dashboards*) que conectan los diferentes datos en experiencias visuales (Singh *et al.*, 2023).

3. Hipótesis

Con la aplicación de un sistema de indicadores tecnológicos que utilice herramientas del *business analytics* y *business intelligence*, es posible sistematizar el big data universitario en tiempo real proveniente de 493 laboratorios e interactuar con el sistema, por medio de la formulación multipregunta, para la extracción de información que será usada en la toma de decisiones.

4. Objetivos

Diseñar un sistema de indicadores del desempeño tecnológico de 493 laboratorios universitarios que funcionan como unidades de apoyo a la investigación, ofrecen servicios y cuentan con equipamiento de vanguardia, que son alojados en una base de datos y desplegados en una plataforma digital (Power BI®), con el objetivo de proporcionar visualizaciones interactivas e inteligencia de datos con una interfaz para la visualización avanzada con elementos de segmentación, indicadores y estadísticas clave (KPI's y métricas), gráficos interactivos con nivel de profundidad y agregación (*slice and drill up/down*), estadísticas clave y optimización.

5. Diseño metodológico

El diseño metodológico seguido tiene un enfoque mixto de carácter cualitativo y cuantitativo, descriptivo y longitudinal, dividido para su realización en dos fases:

5.1. Fase 1

a) Diagnóstico del Sistema de Enlace LabUNAM

Como se ha indicado anteriormente, LabUNAM fue creado en el 2015 con la información de los laboratorios pertenecientes al Subsistema de Investigación Científica de la UNAM (250 laboratorios de 31 Centros e Institutos de investigación), año también en el que fue lanzada públicamente la plataforma. A partir de entonces, LabUNAM ha registrado un crecimiento importante, sumándose cada vez más laboratorios, mejorando el formulario con el que se recaba la información y digitalizando la colección de los datos.

Durante el 2017, se realizó un levantamiento de datos con el propósito de actualizar la información, en particular lo referente a capacidades (infraestructura y equipamiento adquirido), personal responsable y adscrito al laboratorio, servicios tecnológicos ofertados y la incorporación de un creciente número de laboratorios que cuentan con una certificación ISO 9001:2015 y/o acreditación de sus técnicas analíticas (Sámamo, 2015).

En el 2019, la pandemia de la COVID-19 modificó significativamente la manera en que se realizaban las actividades universitarias, sobre todo en lo relativo al incentivo del trabajo digital no presencial. No obstante, la labor de la investigación universitaria no se detuvo, sino que participó activamente en el desarrollo de soluciones que la emergencia exigía. LabUNAM fue útil en identificar de forma oportuna equipos requeridos, tales como aquellos de ultracongelación para la preservación de vacunas o la identificación de capacidades de impresión 3D, entre otros.

b) Inventario de laboratorios internacionales, nacionales, universitarios y unidades de apoyo

Durante el 2022, ya con una fuerte actividad presencial en la UNAM y con el apoyo de la Secretaría Académica de la Coordinación de la Investigación Científica, se hizo una invitación a los secretarios académicos de las entidades universitarias con laboratorios en LabUNAM para actualizar el número y tipo de laboratorios, las capacidades organizacionales y analíticas certificadas y acreditadas, respectivamente, así como los responsables del laboratorio. Con la oportuna respuesta, se conformó un nuevo inventario con el perfil descriptivo de los laboratorios.

c) Formulario para la recopilación de información

Las demandas de información acerca de los laboratorios y su desempeño son crecientes y cada vez más especializadas, ya sea por parte de las autoridades nacionales, como el Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología, o de la propia Rectoría de la Universidad. Es por ello que, en el 2022, se diseñó un nuevo formulario para la actualización de la información de los laboratorios.

En la actualización, se pensó en atender requerimientos de terceros, en la incorporación de la categorización conforme con los Pronaces (clasificación de los Programas Nacionales Estratégicos del Gobierno de México), en atención transversal a los Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU y en la especificación de los servicios tecnológicos susceptibles de ofertarse al sector productivo.

Es importante mencionar que, en el diseño del nuevo formulario, también se integraron las necesidades de los laboratorios pertenecientes al Subsistema de Humanidades, al igual que las de las escuelas y facultades. Con lo anterior, se dio origen a un nuevo formulario más actual y completo, acorde con las necesidades expuestas y los aprendizajes previos de la operación de LabUNAM.

d) Validación de formulario

La validación es el ejercicio que asegura que un formulario cumple con las especificaciones y logra su cometido, es decir, determina que un instrumento de medición en realidad mide lo que se quiere medir (Sámano y Castillo, 2017). La validación del formulario se llevó a cabo implementando la validación de jueces (validación cualitativa), a través de la consulta con tres expertos universitarios y por prueba piloto (validación cuantitativa) con el envío del formulario para su respuesta a siete laboratorios seleccionados con base en un juicio subjetivo (tres laboratorios de investigación en ciencias naturales, tres de ciencias sociales y uno de docencia).

e) Diseño de indicadores de desempeño

Se procedió a diseñar los perfiles que mejor describen las características de los laboratorios y una batería de indicadores de desempeño y de resultados. Las características de los indicadores seleccionados siguieron el método propuesto por el Coneval (2014) y atendiendo las recomendaciones de Zall y Rist (2005). En esta etapa, se determinó si los indicadores de resultados cumplían con los criterios mínimos de diseño: relevancia, adecuación, claridad y monitoreabilidad.

A cada uno de los indicadores de resultados, se le dio nombre, definición, método de cálculo, frecuencia de medición, medio de verificación, dimensión, línea base, meta y sentido del indicador, conforme con el Coneval (2014). La metodología de validación de indicadores fue por jueces (tres autoridades universitarias: una del área científica, una de humanidades y una de escuelas y facultades).

Asimismo, se integraron los criterios de utilidad para la toma de decisiones tales como la contratación de personal, la adquisición de equipamiento, la pertinencia de la acreditación analítica y el uso de ingresos extraordinarios en actividades académicas del propio laboratorio.

No se diseñaron indicadores de impacto por considerarse que era necesario integrar una metodología de evaluación de impacto y contar con grupos de tratamiento y de control.

5.2. Fase 2

a) Base de datos 2023

La base de datos se construyó y programó en Python, utilizando la información contenida en hojas de Excel recolectada en censos presenciales con cada uno de los responsables de los laboratorios durante el 2015 y el 2017. En el proceso de actualización de la base de datos durante el 2023, se diseñó una estrategia de envío masivo personalizado del formulario, el cual facilitó un llenado electrónico de los nuevos campos y la validación de

la información previa. La administración y gestión de la base de datos la realiza *in-house* el área de Sistemas de la propia Coordinación de la Investigación Científica.

b) Inteligencia y analítica de datos

La tarea de diseño y programación de las utilidades de explotación de la base de datos, mediante la inteligencia y analítica de datos, contó con el apoyo de un proveedor externo a la Universidad, el cual, después de un proceso de selección y evaluación, contribuyó con la gestión de un proyecto agile. La Universidad fue responsable de establecer con claridad los términos de referencia de la colaboración y de supervisar los entregables del proyecto.

c) Plataforma BI

Se eligió la plataforma Microsoft Power BI® como el medio digital para visualizar la información contenida en la base de datos, bajo la consideración de su accesibilidad, experiencia en su programación y por la facilidad que representa para el usuario final su uso y análisis. Resulta importante resaltar el empleo de licencias oficiales con el consiguiente pago de derechos.

d) Prueba piloto de funcionamiento de la plataforma

La prueba piloto en las experiencias digitales permite, en un ejercicio real, presentar a las partes interesadas la plataforma y sus funcionalidades, con la intención de conocer sus experiencias en el manejo y uso de la herramienta. En ese sentido, se convocó de forma unitaria a tres responsables de laboratorios, tres gestores, dos autoridades universitarias y dos desarrolladores de sistemas a utilizar la plataforma. Se recuperaron los comentarios y sugerencias de mejora. El trabajo multidisciplinario permitió enriquecer el diseño final del Power BI®.

e) Escalamiento

La plataforma que contiene el sistema de indicadores ha sido presentada a las autoridades universitarias en su versión final, la misma que, a su vez, será socializada con los más de 45 directores y directoras de entidades de investigación en la Universidad. Es importante que en el escalamiento sean definidas las jerarquías de acceso a la información, dado que no todo resulta pertinente para todos. Asimismo, es preciso mencionar que en el escalamiento se incluyeron leyendas de confidencialidad, transparencia y uso de la información, conforme con la legislación nacional y universitaria vigente.

6. Resultados

6.1. Del diagnóstico

A lo largo de su operación, se han aplicado diversos diagnósticos utilizando la información alojada en LabUNAM (2015-2023), los cuales han sido útiles para dar respuesta puntual a preguntas formuladas por los funcionarios universitarios o a los requerimientos de los sectores productivos y sociales. Ello se ha logrado gracias a la descrip-

ción de perfiles y con información basada en estadística descriptiva cuando fue necesario.

Los diagnósticos efectuados posibilitaban, principalmente, la categorización y distribución porcentual de tipo de laboratorio, campo del conocimiento, disciplina, ubicación geográfica, listados de equipo y servicios tecnológicos ofrecidos. Esta información resultaba ya insuficiente para las crecientes demandas y expectativa acerca de la operación de la plataforma.

6.2. Del inventario y de las categorías

Secuenta con la participación de 493 laboratorios, entre los que se encuentran 38 nacionales, 24 universitarios y 431 unidades de apoyo. De acuerdo con los lineamientos para considerar la concepción y el establecimiento de un laboratorio, se definieron las siguientes categorías:

a) Laboratorios nacionales

Los laboratorios nacionales se caracterizan por funcionar como una unidad de investigación especializada, cuentan con tecnología de vanguardia que facilita a los grupos de investigación ser competitivos a nivel nacional, regional e internacional. Son comparados con otras instituciones nacionales y, en algunos casos, internacionales, y generalmente cuentan con la participación de varias entidades dentro de la UNAM. Los recursos para su creación y consolidación han sido obtenidos por intermedio de convocatorias del Conahcyt en conjunto con fondos concurrentes de la propia UNAM e internacionales.

b) Laboratorios universitarios

Los laboratorios universitarios se caracterizan por contar con tecnología de vanguardia, realizan investigación y prestan servicios dentro del instituto o centro que los alberga. Se establecieron como consorcios de investigación entre diferentes entidades académicas. Estos laboratorios se han creado y fortalecido con recursos provenientes de varias convocatorias del Conahcyt y de la canalización de importantes fondos de la propia UNAM, así como de instituciones externas.

c) Unidades de apoyo

Las unidades de apoyo son laboratorios que trabajan con equipo sofisticado, se caracterizan por dar servicios dentro y fuera de la entidad que los alberga, mantienen y estimulan la vinculación con el sector productivo del país, y están en proceso de constituir consorcios con otras entidades. Dentro de la institución que los alberga, tienen el potencial de funcionar como una fuente de ingresos extraordinarios.

6.3 El formulario

El formulario diseñado cuenta con ocho secciones: i) información general, ii) infraestructura y equipamiento, iii) capacitación, iv) acreditación y certificación, v) seguridad, vi) métodos y normalización, vii) gestión y vinculación y viii) comunicación y divulgación científica y tecnológica, además de 133 preguntas (ver Tabla 1).

Este formulario fue enviado a cada uno de los responsables de laboratorios con información precargada (ejercicio 2017) para que los propios responsables

la validaran o se sustituyera con las modificaciones ocurridas en sus laboratorios².

6.4. De los indicadores de desempeño

El diseño de indicadores está orientado a calificar con criterios homologados las necesidades de información y su expresión, los mismos que son requeridos para una posterior calibración y validación. De acuerdo con los criterios establecidos por Zall y Rist (2005) y la metodología crema (claro, relevante, económico, monitoreable, adecuado) del Banco Mundial, se diseñó un menú de cinco categorías de indicadores: a) equipamiento, b) competencias, c) vinculación, d) comunicación y e) tendencias. Cada una de estas categorías incluyen una serie de subindicadores, que son simples, comprensivos, públicos y comparables de un año a otro, como se observa en la Tabla 2.

Es necesario mencionar que un primer diseño de indicadores universitarios se obtuvo del Sistema de Enlace de Laboratorios del Subsistema de la Investigación Científica, diseñado por la Coordinación de la Investigación Científica (LabSyS; Sámano, 2015).

Tabla 1. Total de preguntas por sección y subsección del formulario 2023

Total de preguntas por sección y subsección del formulario 2023			
Id	ID.X	Sección	N.º Preguntas
I		Información general	
I	1	Datos generales del laboratorio	13
I	2	Dirección	12
I	3	Responsable de laboratorio	8
I	4	Responsable del llenado del instrumento (personal adscrito a la UNAM)	7
I	5	Responsable de vinculación de la entidad académica	6
I	6	Personal del laboratorio	1
Total			47
II		Infraestructura y equipamiento	
II	1	Capacidades	13
II	2	Tecnología, equipo principal y dispositivos	9
II	3	Situación tecnológica	4
II	4	Requerimientos actuales y/o futuros para el laboratorio	2
II	5	Equipo requerido	1
Total			29
III		Capacitación	
Total			4
IV		Acreditación y certificación	
IV	1	Acreditación	9
IV	2	Certificación	10
Total			19
V		Seguridad	
Total			32
VI		Métodos y normalización	
Total			7

² Al respecto, véase <https://labunamapp.cic.unam/responsa/laboratorios/index.php>

VII		Gestión y vinculación	
VII	1	Vinculación externa	9
VII	2	Vinculación interna	2
VII	3	Otros	4
Total			15
VIII		Comunicación, divulgación científica y tecnológica	
Total			3
TOTAL GENERAL			156

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Indicadores de desempeño del Sistema LabUNAM

Categoría	
Equipamiento	Actividad a la que se dedica la infraestructura y el equipo por cada unidad observada
Indicador	
Caracterización de unidades observadas por área de conocimiento, tipo de laboratorios y estados de la República	
Caracterización de unidades observadas por área de conocimiento, tipo de laboratorio y estados de la República (geolocalización)	
Caracterización de unidades observadas por disciplina	
Inversión total estimada por área de conocimiento y disciplina	
Equipo principal declarado por área de conocimiento	
Costos de mantenimiento y ratios de inversión por unidad observada	
Área estimada dedicada a infraestructura, equipamiento y personal (segmentación por unidad observada y ratios relevantes)	
Disponibilidad de equipamiento, pertinencia, cambio tecnológico y obsolescencia (segmentación por unidad observada y ratios relevantes)	
Disponibilidad de equipamiento, pertinencia, cambio tecnológico y obsolescencia (segmentación por unidad observada y disponibilidad)	
Capacidad instalada por unidad observada (geolocalización)	
Categoría	
Competencias	Experiencia del personal de planta se captura como autovaloración de la unidad observada
Indicador	
Indicadores de capacitación, certificación y acreditación (actividades con las que el laboratorio desarrolla a su personal por tipo y área de conocimiento)	
Indicadores de capacitación, certificación y acreditación (actividades de docencia con las que contribuye el laboratorio por tipo y área de conocimiento)	
Acreditación y certificación por unidad observada	
Categoría	
Vinculación	Valoración comparativa de servicios a terceros de la unidad observada
Indicador	
Vinculación externa de unidades observadas el último año (por tipo de laboratorio, área de conocimiento, sector y tipo de organización)	
Segmentación por rango de ingresos extraordinarios por servicios brindados el último año (por tipo de laboratorio y área de conocimiento)	
Segmentación por rango de ingresos extraordinarios por servicios brindados el último año (por laboratorio, estado de la República y tipo de industria —geolocalización—)	
Categoría	
Comunicación	Comunicación y divulgación científica y/o tecnológica de la unidad observada

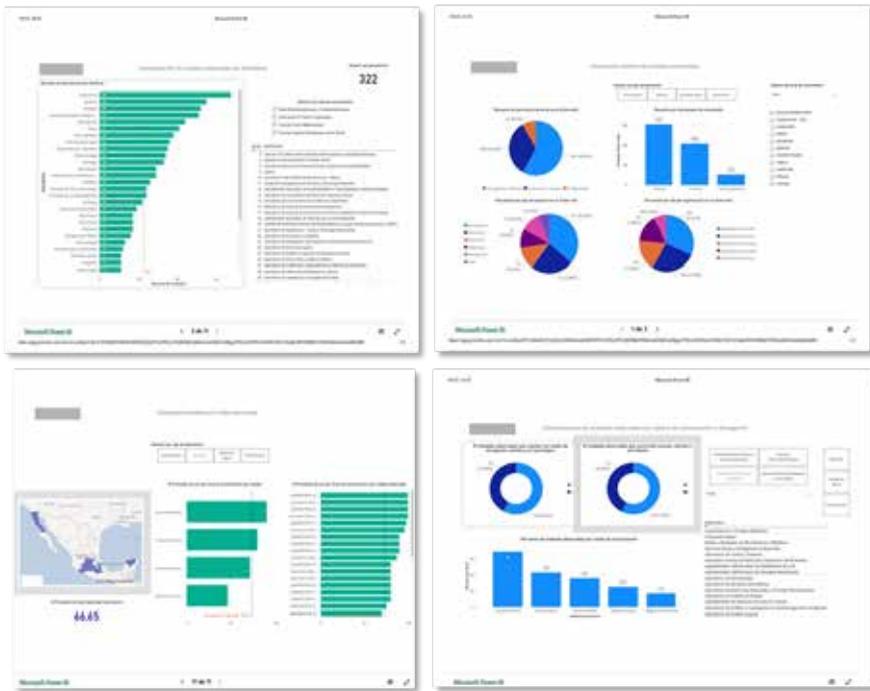
Indicador	
Caracterización de unidades observadas por medio de comunicación y divulgación (tipo de medios de comunicación utilizados, frecuencia de comunicación, por área de conocimiento, tipo de laboratorio y laboratorio)	
Categoría	
Tendencias	Proyecciones de variables clave por unidad observada
Por construir con información del 2017, 2023 y años siguientes.	

Fuente: Elaboración propia.

6.5. De la plataforma Power BI®

Microsoft Power BI® fue la plataforma seleccionada para organizar, visualizar y segmentar los datos contenidos en la base para generar información, la cual se muestra, a manera de ejemplo, en la Figura 1. El sistema se aloja en el servidor de la Coordinación de la Investigación Científica (dominio UNAM) y el acceso al sistema puede hacerse mediante URL web, haciendo uso de una computadora, *tablet*, celular o cualquier dispositivo con conexión a internet. Además, es responsivo, con adaptación a las dimensiones de la pantalla del dispositivo utilizado, y se cuenta con un manual con el detalle del funcionamiento a nivel usuario³.

Figura 1. Modo impresión de diferentes pantallas de la plataforma Power BI® donde se alojan los diferentes indicadores de LabUNAM



Fuente: Recuperado de la Plataforma Power BI® LabUNAM.

³ Al respecto, véase <https://labunam-indicadores.cic.unam.mx/>

6.6. Del escalamiento

El sistema de indicadores LabUNAM se verá complementado durante el 2024 con la finalización del módulo de pronósticos y con el diseño e integración del módulo de monitoreo y seguimiento —*tracking*— de los servicios tecnológicos y otras solicitudes de terceros recibidos por la plataforma LabUNAM y administradas con Power BI®.

7. Discusión

LabUNAM ha logrado estrechar la vinculación entre pares para dar continuidad a las labores académicas nacionales e internacionales, y con ello comenzar un proceso continuo que recaba solicitudes de servicios tecnológicos, principalmente del sector industrial que busca dar soluciones a sus problemáticas más imperantes, con el apoyo de la UNAM.

Por su parte, también se cuenta con una base de datos sólida, actualizable y disponible, que permite la fácil recuperación de la información y la creación de las tendencias del sistema de indicadores de desempeño en apoyo a la toma de decisiones por parte de las autoridades universitarias.

7.1. Del aprendizaje organizacional

La construcción de una plataforma de visualización de datos de carácter responsivo demanda nuevas capacidades de los usuarios, es decir, a pesar de que el sistema es deductivo en su utilización, es necesaria la capacitación y entrenamiento en su uso, no solo para aprender el funcionamiento de la herramienta, sino para obtener el máximo aprovechamiento mediante la formulación de las preguntas correctas.

Como señala Sorour y Atkins (2024), hay que desarrollar capacidades humanas e institucionales para comprender e interpretar la respuesta de un indicador o un índice, particularmente en aquellos tomadores de decisiones que utilicen el sistema. Si la organización no aprende, obtendrá solo información y relaciones sin utilidad, con el riesgo de desacreditar el sistema o dejarlo en desuso.

7.2. De la importancia del empleo de las metodologías de administración de proyectos agile y PMI

Como Ahedo (2018) lo señala, la conducción de un proyecto de visualización de datos y su transformación en información para la correcta toma de decisiones involucra hojas de rutas previas. En otras palabras, se considera un prerrequisito que las organizaciones hayan definido sus procesos bajo un enfoque sistémico (certificable o no) con la adopción de herramientas y procesos de administración de proyectos bajo cualquiera de sus metodologías —tipo Project Management Institute— (con personas certificadas o no) y, de preferencia, que hayan creado experiencias previas de indicadores agrupados en cuadros de mando de control (*balanced scorecard*, BSC) o cualquier otra forma de expresión.

7.3. De la importancia de la colaboración

El hecho de que dos o más personas trabajen juntas en la misma dirección para obtener un resultado es una de las tareas que mayor conocimiento de las organizaciones demanda. La colaboración requiere liderazgo, recursos, reconocimiento y motivación continua. Un proceso de colaboración interinstitucional en el que se espera que se normalice la dirección, la operación y la respuesta de grupos por definición heterogéneos ha sido el mayor reto del aprendizaje organizacional. Se considera la cooperación colaborativa y la coordinación de actividades como los dos factores clave en el éxito del proyecto.

7.4. De no contar con baterías de indicadores, sino de cómo saber hacer las preguntas idóneas

La utilidad de la plataforma es la visualización de la combinación de diferentes descriptores. Se sabe que el 11.5 % son laboratorios nacionales, el 16 % son universitarios y el 72 % son unidades de apoyo; no obstante, el sistema ofrece la posibilidad de segmentar información preguntando, por ejemplo, ¿cuántos de los laboratorios nacionales pertenecen al área de conocimiento de Ciencias de la Tierra e Ingeniería y están en el estado de Querétaro?, ¿cuáles son esos laboratorios?, ¿están certificados?, ¿con quién se han relacionado el último año?, ¿con qué infraestructura y equipamiento cuentan, en dónde está y qué tan disponible se encuentra?, ¿qué nivel de ingresos extraordinarios han generado?, etc.

Y, ahora, si las preguntas fueran iguales, pero solo se pretendiera conocer la información del estado de Morelos, la labor del trabajo manual sería mayúscula y muy probablemente con el arrastre de errores asociados a las personas. Por lo tanto, es importante conocer con antelación si se sabe formular preguntas y qué decisiones tomaremos con la respuesta.

7.5. De la importancia del tiempo real

La adquisición de datos de un laboratorio de investigación, mayormente organizada por proyectos —muchos de ellos multidisciplinarios, transversales y multianuales— provoca que los sistemas de adquisición de datos suelen ser más volátiles y poco precisos. Además, los investigadores están más interesados en llevar a cabo su investigación que en la administración del laboratorio o cumplir con los tortuosos reportes de evaluación requeridos.

Es por lo anterior que un sistema de adquisición de datos tecnológicos de un laboratorio de investigación debe ser autogestivo, autorellenable y contener información previa prellena. Esto asegura la respuesta y la calidad de la misma, ya que alimenta directamente a la base de datos desde el origen de la información, es decir, ofrece la posibilidad de contar con datos e información en tiempo real. Este sistema se actualiza con la nueva información recolectada durante el día, a partir de las 23 horas diariamente.

7.6. De la importancia de homologar con otras bases de datos universitarias y nacionales

Como es señalado por Sorour y Atkins (2024), es importante conocer otras bases de datos universitarias y nacionales para poder comparar el desempeño de diferentes instituciones y hacer posible la realización de *benchmarking* académico tanto por los investigadores como por las autoridades universitarias. Por ello, el contar con sistemas centralizados de información facilita generar reportes homologados con el mismo nivel de información y, con ello, el mismo input para la toma de decisiones.

7.7. De la importancia de medir desempeño

La creación de plataformas que albergan datos interconectados genera indicadores para la toma de decisiones, lo cual es uno de los objetivos principales. Sin embargo, la medición siempre presupone un efecto de dimensionamiento y comparación. Medir el desempeño de una entidad o grupo de ellas, como lo señala González (2017), da origen a la visualización de la comparación referencial mediante comparativos, la identificación y atracción de mejores prácticas orientadas hacia la mejora. Aprender de otros es la génesis de la evolución organizacional.

7.8. De cómo hacer analítica predictiva

La analítica predictiva con Power BI® permitirá a la Universidad contar con estadísticas de modelización, aprendizaje automático y minería de datos, para analizar datos actuales e históricos reales y hacer predicciones acerca del comportamiento futuro. La analítica predictiva sería útil para que los tomadores de decisiones encuentren patrones en los datos, lo que permitiría identificar anticipadamente riesgos y oportunidades, así como optimizar el ejercicio presupuestal.

8. Conclusiones

En la administración contemporánea de la tecnología, el *big data* se ha convertido en una herramienta de alto valor para las organizaciones en su desempeño competitivo, del cual las Instituciones de educación superior y de investigación no pueden prescindir. Así, el conocimiento estratégico de la transformación digital se vuelve un imperativo que demanda nuevos recursos, capacidades y formas de organización.

Las entidades de interfaz encargadas de la relación universidad-empresa cuentan con una oportunidad relevante para llevar a cabo sus actividades de gestión a través de medios digitales y crear nuevos modelos de organización que les permitan la exposición de capacidades institucionales, de monitorear y dar seguimiento a sus actividades, de medir su desempeño, tomar decisiones y comunicar a las partes interesadas sus resultados. Es por esta razón que el conocimiento y puesta en práctica de hojas de ruta que utilicen la analítica de datos y herramientas como el *business analytics* proporcionarán una nueva vía para efectivizar y efficientizar su tarea.

Como parte de los siguientes pasos del proyecto, se integrará un módulo para registrar, monitorear y dar seguimiento a las crecientes solicitudes de servicios tecnológicos que los sectores académicos, públicos y privados han formulado a la Universidad mediante la plataforma LabUNAM y que, en la actualidad, son gestionados manualmente.

Esta nueva manera de aprendizaje digital involucra desafíos en la formación, el trabajo en equipo y la comunicación ágil, que pueden partir de experiencias previas, como la administración sistémica de sus procesos y proyectos, la utilización de sus indicadores de desempeño y de sus formas de organización. Sin embargo, contar con herramientas digitales que administren bases de datos en tiempo real y que generen información mejorará la calidad y la agilidad en la toma de decisiones. Con ello, el aprendizaje se transforma digitalmente en un proceso que posibilita predecir respuestas, dando origen, de forma evolutiva, al *machine learning*.

Rol del autor:

JSC: conceptualización, metodología, investigación, redacción y edición.

LHJ: metodología, investigación, revisión y edición.

bibliografía

- Ahedo, J. V.**
2018 *Diseño de un sistema de indicadores mediante balanced scorecard para la evaluación de un sistema de gestión de calidad de seguridad industrial y salud ocupacional* [Tesis de maestría]. UNAM. <http://132.248.9.195/ptd2018/noviembre/0782843/0782843.pdf>
- Business & Growth.**
2023 *Sistema de visualización para analítica de datos LabUNAM*. Informe de circulación restringida. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social - Coneval.**
2014 *Metodología para la aprobación de indicadores de los programas sociales*. https://www.coneval.org.mx/Informes/Coordinacion/Publicaciones%20oficiales/METODOLOGIA_APROBACION_DE_INDICADORES.pdf
- González, O.**
2017 *Diseño de un sistema de indicadores estratégicos para la medición de los procesos de la Comisión Nacional de Hidrocarburos* [Tesis de licenciatura en Ingeniería Química]. UNAM.
- Rosa M. J., Williams, J., Claeys, J., Kane, D., Bruckmann, S., Costa, D. y Rafael, J. A.**
2022 Learning analytics and data ethics in performance data management: a benchlearning exercise involving six European universities. *Quality in higher education*, 28(1), 65-81. <https://doi.org/10.1080/13538322.2021.1951455>
- Roy, P. P., Agarwal, A., Tianrui, L., Krishna Reddy, P., y Uday Kiran, R. (Eds.).**
2022 *Big data analytics: 10th International Conference, BDA 2022, Hyderabad, India, December 19-22, 2022, Proceedings* (1st ed.). Springer.
- Sámano, J.**
2015 *Elaboración de un sistema de indicadores basado en el análisis y diagnóstico actualizado de la información del Sistema de Enlace de los Laboratorios del Subsistema de la Investigación Científica*. Coordinación de Gestión de Calidad Productiva, CIC. Informe de circulación restringida, UNAM.
- Sámano, J. y Castillo, R.**
2017 Validación de indicadores de un sistema de monitoreo para plataformas de crowdfunding del ecosistema de financiamiento colectivo en México. *La cooperación y nuevos enfoques estratégicos ante la complejidad del entorno empresarial globalizado* (pp. 1184-1201). Academia de Ciencias Administrativas A. C. y Universidad del Valle de Atemajac
- Sedkaoui, S.**
2018 *Data analytics and big data*. Wiley.
- Singh, G., Kumar, A., Singh, J. y Kaur, J.**
2023 Data visualization for developing effective performance dashboard with Power BI. *2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA), Uttarakhand, India* (pp. 968-973). <https://doi.org/10.1109/>

bibliografía

ICIDCA56705.2023.10100169.

Sorour, A. y Atkins, A.

- 2024 Big data challenge for monitoring quality in higher education institutions using business intelligence dashboards. *Journal of electronic, science and technology*, 22(1). <https://doi.org/10.1016/j.jnleest.2024.100233>

Treviño Reyes, R., Rivera

- 2020 **Rodríguez, F., y Garza Alonso, J.**

La analítica de datos como ventaja competitiva en las organizaciones. *VinculaTégica Efan*, 6(2), 1063-1074.

Zall, J. y Rist, R. C.

- 2005 *Diez pasos hacia un sistema de seguimiento y evaluación basado en resultados*. Banco Mundial.