

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

Autores: Samano Castillo, José Sabino*; Hernández Juárez, Luis

Contacto: *jose.samano@cic.unam.mx

País: México

Resumen

Se presentan los resultados obtenidos del diseño e implementación de un *Sistema de Indicadores* que analiza la información de una plataforma que muestra el potencial tecnológico, de investigación y formación de recursos humanos con que cuenta la Universidad pública más importante del país, a la vez que difunde el trabajo de los laboratorios Nacionales, Universitarios y de las Unidades de Apoyo a la investigación, de los Subsistemas de la Investigación Científica, de Humanidades y de las Facultades afines. Cuenta con información de 493 laboratorios que funcionan como unidades de apoyo a la investigación, ofrecen servicios y cuentan con equipamiento de vanguardia.

En el 2022 se diseñó e implementó un *Sistema de Indicadores de Desempeño*, que utiliza la base de datos de la plataforma para monitorear, analizar y revelar las ventajas que se han tenido en el tiempo, incorporando una herramienta de vanguardia en *Business Intelligence* y *Analytics* la cual se alimenta de los datos que se tienen registrados de forma estructurada para la exploración e investigación continua del desempeño de las entidades de análisis e impulsar la planificación futura, la extracción de información, visualización, informes de usuario y consultas con segmentación en tiempo real.

El sistema utiliza la plataforma Microsoft Power BI^{MR} (Power BI) 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), estadísticos clave y optimización.

El sistema de consulta es responsivo para cinco categorías: capacidades, equipamiento, personal, comunicación, pronósticos y 45 KPI's simples. Cuenta con una sección de pronósticos de necesidades (*machine learning*), para aprovechar la información generada en los últimos 7 años por la plataforma.

A través de este sistema se han gestionado 675 solicitudes de servicios tecnológicos y de vinculación, con respuesta a diversos requerimientos de los sectores académico, industrial y social.

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

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 la descripción, desempeño y resultados de la organización, así como de la adecuada 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 a través de indicadores analizados en tiempo real.

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

Si bien, esta forma de toma de decisiones competitivas es ampliamente utilizada en las empresas, quienes han desarrollado capacidades tecnológicas y habilitado recursos para su implementación y mejora, no es el caso de las instituciones públicas donde 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 cambios en la forma de la enseñanza-aprendizaje, de la didáctica de sus programas de estudio, así como de la forma 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 organización de procesos, habilitación de recursos y análisis de desempeño de sus principales actividades tanto docentes como de investigación y de vinculación.

Específicamente y dentro del ámbito de esta investigación, la vinculación de los asuntos relativos a la atención de la Relación Universidad – Empresa (RUE), necesitan ser revisados de forma continua para que de forma efectiva las entidades de interfaz sean capaces de responder de forma efectiva y eficiente a estas dinámicas de cambio y transformación social. Cabría mencionar que la pandemia por COVID 19 evidenció la necesidad de acelerar esta revisión y asegurar la pertinencia y oportunidad de la tarea de estas entidades de interfaz hacia la organización sistémica, la sistematización de sus procesos y la necesidad de contar con información accesible, confiable y oportuna que permitiera responder y tomar las mejores decisiones que la emergencia demandaba.

En la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), la principal Universidad de México, tanto por su tamaño como por el impacto de su actividad docente, de investigación y de vinculación, cuenta desde el 2015 con un sistema de enlace denominado LabUNAM, diseñado y administrado desde 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 su función de ser un repositorio sistémico de información, es útil como una ventana de exhibición de las capacidades tecnológicas de 493 laboratorios¹.

Durante el año 2022 se coordinó un proyecto, utilizando conocimientos, metodologías y herramientas Agiles y del Project Management Institute (PMI) para el diseño y desarrollo de un sistema de indicadores que permitiera generar información clave a través de KPI's que proporcionaran información útil para que los funcionarios universitarios responsables de la toma de decisiones contarán con una herramienta oportuna y dinámica que simplificara y dinamizara la actividad. Posteriormente, se realizó la integración de la base de datos con *Business Analytics* en una plataforma electrónica responsiva que utiliza Power BI para su visualización. En la actualidad, el sistema de indicadores tecnológicos es operativo, con diferentes permisos de acceso de acuerdo a la jerarquía y función del usuario.

Como parte de los siguientes pasos del proyecto se integrará un módulo que permita registrar, monitorear y dar seguimiento a los más de 675 solicitudes de servicios tecnológicos que los sectores académicos, públicos y privados han formulado a la Universidad a través de la plataforma LabUNAM y que actualmente son gestionados de forma manual (utilizando e-mail y excel).

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 y un diseño metodológico basado en la Teoría General de Sistemas.

1. Ver www.labunam.unam.mx

2. Marco de referencia

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

En este sentido y de acuerdo con Business & Growth, 2023, durante la última década, 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. Desde la publicidad y el marketing hasta la contratación, administración de recursos humanos y materiales, hasta la planificación de actividades operativas, estos términos se usan en todos los campos empresariales y en instituciones públicas y privadas. Sin embargo, 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. Finalmente, el *business analytics* está orientado hacia el futuro, nos permite tomar decisiones objetivas, sustentadas en modelos predictivos para una entidad de análisis. La principal diferencia está en que el primero corrige errores operativos (actuales y pasados) y el segundo se enfoca en no cometerlos a futuro.

De acuerdo a Treviño-Reyes, 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, teniendo su impacto directo en la forma en que se toman las decisiones estratégicas dentro de una organización, su forma de operar en el mercado y su productividad; manteniendo como principal filosofía a generación de valor a través de productos/servicios, así como la entera satisfacción del consumidor final.

Por su parte, *learning analytics* (LA) ha atraído una reciente atención como una forma de desarrollo de aprendizaje y prácticas de enseñanza en la educación superior y que 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, 2022).

Roy (2022) indica que en la construcción del LA es necesario seleccionar un modelo adecuado para relacionar y visualizar los datos, no solamente como modelos de captura y almacenamiento de datos sino que tengan la capacidad de ser concordantes con los requerimientos válidos de los usuarios y tengan 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 en el análisis de datos 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 de manera sencilla una gran cantidad de datos en un pequeño espacio como una pantalla.

Finalmente, derivado de la pandemia por COVID-19 se desarrollaron sistemas de visualización que mostraron colecciones de datos, orígenes, geolocalizaciones, etc. hasta 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. Microsoft Power BI se convirtió en la herramienta de mayor utilización de análisis de datos ya

provee una forma diferente de visualizar los datos, ya que estos pueden ser representados de forma auto-gestiva en columnas, tablas, mapas y/o gráficas; lo que simplifica los tableros (dashboards) que conectan los diferentes datos en experiencias visuales, (Singh, 2023).

3. Hipótesis

A través de un sistema de indicadores tecnológicos que utilice herramientas del *Business Analytics* y *Business Intelligence* es posible sistematizar la *big data* universitaria en tiempo real proveniente de 493 laboratorios e interactuar con el sistema por medio de la formulación multipregunta para la extracción de información y con ello tomar decisiones.

4. Objetivos

El objetivo de esta investigación es el 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 la finalidad de proporcionar visualizaciones interactivas y capacidades de 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/dpwn), estadísticos 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:

Fase 1

a. Diagnóstico del Sistema de Enlace LabUNAM

Como se ha indicado anteriormente, LabUNAM fue creado en el año 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 que fue lanzada públicamente la plataforma. A partir de entonces LabUNAM ha crecido de forma 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 la finalidad de actualizar la información, principalmente en 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, (Sámano, 2015).

En el año 2019, la pandemia por COVID-19 modificó de forma importante la manera en que se realizaban las actividades universitarias, principalmente en incentivar el trabajo digital no presencial. No obstante, la labor de investigación universitaria no se detuvo sino que participó activamente en desarrollar 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 Universidad y con el apoyo de la Secretaría Académica de la Coordinación de la Investigación Científica, se realizó una invitación a los Secretarios Académicos de las entidades universitarias con laboratorios en LabUNAM, para actualizar el número de laboratorios, el tipo (internacional, nacional, universitario, unidad de apoyo), 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 especializada, ya sea por parte de las autoridades nacionales como el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (Conacyt) 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 a los PRONACES (clasificación de los Programas Nacionales Estratégicos del Gobierno de México), en la asociación transversal a la atención de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS's de la Organización de las Naciones Unidas) 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 convocó y se integraron las necesidades de laboratorios pertenecientes a los Subsistemas de Humanidades y de Escuelas y Facultades. Con lo anterior se dio origen a un nuevo formulario más actual y completo, acorde las necesidades expuestas y a 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, 2017). Para llevar a cabo la validación del formulario se realizó por 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

Finalmente, se procedió a diseñar los perfiles que mejor describen las características de los laboratorios y una batería de indicadores de desempeño y de resultados. 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.

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 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 permitió un llenado electrónico de los nuevos campos y 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, a través de la inteligencia y analítica de datos, contó con el apoyo de un proveedor externo a la Universidad, el cuál después de un proceso de selección y evaluación contribuyó con la gestión de un proyecto ágil. 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 de 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 visualización. Resulta importante resaltar el uso 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 el poder 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 este sentido se convocó de forma unitaria a tres responsables de laboratorios, tres gestores, dos autoridades universitarias y dos desarrolladores de sistemas a exponerse en el uso de 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 presentado a las autoridades universitarias en su versión final, 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 mencionar que en el escalamiento se incluyeron leyendas de confidencialidad, transparencia y uso de la información conforme a 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), mismos que 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, a través de la descripción de perfiles y en su caso, información basada en estadística descriptiva.

Los diagnósticos efectuados permitían 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

Se cuenta con la participación de 493 laboratorios, entre los que se encuentran 38 Nacionales, 24 Universitarios y 431 Unidades de Apoyo. De acuerdo a los lineamientos para considerar la concepción y el establecimiento de un laboratorio se establecieron 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 permite a los grupos de investigación ser competitivos a nivel nacional, regional e internacional. Son compartidos 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 a través de las convocatorias del Conacyt en conjunto con fondos concurrentes de la propia UNAM e internacionales.

En estos laboratorios se forman recursos humanos de alto nivel, su trabajo se vincula con la sociedad y buscan alcanzar la sostenibilidad financiera. Actualmente trabajan bajo siete campos prioritarios en la investigación: caracterización de materiales y sus propiedades, cómputo de alto rendimiento y análisis de imágenes, salud humana y veterinaria, energía, diseño y manufactura de prototipos (modelación, simulación y recubrimientos avanzados), exploración de la Tierra y del Universo, problemas complejos y toma de decisiones.

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 instauraron a partir de una iniciativa de la Coordinación de la Investigación Científica en 2008, en la que se establecieron consorcios entre diferentes entidades académicas. Estos laboratorios se han creado y fortalecido con recursos provenientes de varias convocatorias del Conacyt y de la canalización de importantes fondos de la propia UNAM, así como de instituciones externas.

El trabajo en estos laboratorios promueve una mayor colaboración entre las entidades académicas y sus investigadores para hacer más eficiente el uso de los recursos tecnológicos y humanos con los que cuenta.

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 formar 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 y 133 preguntas (ver Tabla 1). Este formulario fue enviado a cada uno de los responsables de laboratorios con información pre cargada (ejercicio 2017), para que los propios responsables validaran esta información o se sustituyera con las modificaciones ocurridas en sus laboratorios².

2. Ver <https://labunamapp.cic.unam/responsa/laboratorios/index.php>

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, mismos que son requeridos para una posterior calibración y validación. De acuerdo a criterios establecidos por Zall Kusek (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 indicadores, mismos que son simples comprensivos, públicos y comparables de un año a otro, los cuales son mostrados en la Tabla 2.

Es importante mencionar que un primer diseño de indicadores universitarios se obtuvo del Sistema de Enlace de Laboratorios del Subsistema de la Investigación Científica, diseñado en 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	No Preguntas
I		Información General	
I	1	Datos generales del laboratorio	13
I	2	Dirección	12
I	3	Responsable del 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
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	133

Fuente: Elaboración propia (2023).

TABLA 2. Indicadores de desempeño del Sistema LabUNAM

<i>Categoría</i>	
Equipamiento	Actividad a la que se dedica la infraestructura y el equipo por cada unidad observada
<i>Indicador</i>	
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 Estado 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)	
<i>Categoría</i>	
Competencias	Experiencia del personal de planta se captura como autovaloración de la unidad observada
<i>Indicador</i>	
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	
<i>Categoría</i>	
Vinculación	Valoración comparativa de servicios a terceros de la unidad observada
<i>Indicador</i>	
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-)	
<i>Categoría</i>	
Comunicación	Comunicación y divulgación científica y/o tecnológica de la unidad observada
<i>Indicador</i>	
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)	
<i>Categoría</i>	
Tendencias	Proyecciones de variables clave por unidad observada
Por construir con información del 2017, 2023 y años siguientes.	

Fuente: Elaboración propia (2023).

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 algunas pantallas. 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, es responsivo con adaptación a las dimensiones de la pantalla del dispositivo utilizado. Se cuenta además con un manual con el detalle del funcionamiento a nivel usuario³.

FIGURA 1. Modo impresión de diferentes pantallas de la plataforma PowerBI donde se alojan los diferentes indicadores de LabUNAM



Fuente: Plataforma PowerBI LabUNAM,2.

6.6. Del escalamiento

El sistema de indicadores LabUNAM se verá complementado durante el 2023 con la finalización del módulo de pronósticos y con el diseño e integración del módulo de monitoreo y seguimiento *-tracking-* de

3. Ver <https://labunam-indicadores.cic.unam.mx/>

los servicios tecnológicos y otras solicitudes de terceros recibidos a través de la plataforma LabUNAM y administradas a través de Power BI.

7. Discusión

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

Se cuenta con la participación de 493 laboratorios, entre los que se encuentran 38 nacionales, 24 universitarios y 431 unidades de apoyo. A través del Sistema de Enlace LabUNAM 2015-2023, se han gestionado 675 solicitudes de servicios tecnológicos y de vinculación, con respuesta a diversos requerimientos de los sectores académico, industrial y social.

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 uso de la herramienta sino para obtener el máximo aprovechamiento de su uso a través de la formulación de las preguntas correctas. Todo sistema responsivo es capaz de dar una respuesta, un indicador o un índice; no obstante, hay que formar las capacidades humanas para comprender que algunas veces un resultado no dice nada, por ejemplo, la relación existente entre la superficie en m² de laboratorio y el número de servicios tecnológicos atendidos. Si la organización no aprende obtendrá solamente 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 ágiles 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, es decir se considera un pre requisito 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 Score Card, 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 donde 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 consideró a la cooperación colaborativa y a la coordi-

nación de actividades como los dos factores clave en el éxito del proyecto. Un desafío a resaltar en materia de colaboración durante el proyecto es el desarrollo y aprendizaje de herramientas para la colaboración virtual (ya que muchas actividades se realizaron en tiempos de la pandemia por COVID-19).

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

Cuando nos preguntan de cuantos indicadores se compone el sistema de LabUNAM, la respuesta más simple es decir 47 indicadores, sin embargo esa respuesta simple no abarca la posibilidad de explotación de una plataforma responsiva con la creación de “n” tableros *-dashboards-* que responden a las diferentes preguntas formuladas. Por ejemplo, se sabe cuántos laboratorios forman parte del sistema, a que campo del conocimiento y disciplina pertenecen, en qué Estado de la República se encuentran, con qué equipo cuentan, etc. Es decir, la descripción de perfiles de cada unidad observada. Lo interesante de la plataforma es la visualización de la combinación de diferentes descriptores, por ejemplo se sabe que el 11.5% son laboratorios nacionales, el 16% son universitarios y el 72% son unidades de apoyo; no obstante el sistema nos da la posibilidad de segmentar información, preguntando ¿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 que infraestructura y equipamiento cuentan, en dónde está y que tan disponible se encuentra? ¿Qué nivel de ingresos extraordinarios han generado?, etc. Y ahora, si las preguntas fueran iguales solo que se pretendiera conocer la información del Estado de Morelos, la labor del trabajo manual sería titánica y muy probablemente con el arrastre de errores asociados a las personas. Por lo tanto, ¿sabemos formular preguntas y que haremos con la respuesta?

7.5. De la importancia del tiempo real

La adquisición de datos en una institución de educación superior e investigación suele ser una tarea acuciosa principalmente en sus áreas docentes, que pueden ser más fácilmente programadas y planificadas. La tarea de investigación mayormente organizada por proyectos, muchos de ellos multidisciplinarios, transversales y multianuales hacen que los sistemas de adquisición de datos suelen ser más volátiles y poco precisos. Por su parte, los investigadores están interesados en hacer su investigación, labor que les fascina, y no tanto la de administración del laboratorio o la de cumplir con los tortuosos reportes de evaluación requeridos. Es por ello, que un sistema de adquisición de datos tecnológicos de un laboratorio de investigación tengan la característica de ser autogestivos, autorellenables y que contengan información previa prellena. Ello, asegura la respuesta y la calidad de la misma, para alimentar directamente a la base de datos desde el origen de la información, es decir, 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 hs diariamente.

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

Es común encontrar que las diferentes áreas o incluso entidades académicas cuentan con sistemas propios que administran sus propias bases de datos, encontrando en algunas de ellas, baja compatibilidad con las bases de datos y sistemas institucionales. Por ello, el contar con sistemas centralizados de información permiten 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 generan indicadores para la toma de decisiones, 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 del tan anhelado benchmarking y realizar a través de 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 a través de Power BI permitirá a la Universidad contar con estadísticas de modelización, aprendizaje automático y minería de datos para analizar datos actuales e históricos reales para hacer predicciones acerca del comportamiento futuro. La analítica predictiva sería útil para encontrar patrones en los datos que permitan identificar de forma anticipada riesgos y oportunidades.

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, mismo del que las Instituciones de Educación Superior y de Investigación no pueden prescindir. Es por ello, que el conocimiento estratégico de la transformación digital se vuelve un imperativo que demanda nuevos recursos, capacidades y formas de organización. Si bien, hubo un avance importante en el aprendizaje digital a partir de la experiencia vivida durante la pandemia por COVID-19, éste fue reactivo y poco planificado. Hoy en día se presenta una oportunidad relevante para planificar y establecer una estrategia de transformación digital organizada y con objetivos claros.

Las entidades de interfaz encargadas de la Relación Universidad – Empresa encuentran una oportunidad relevante para realizar sus actividades de gestión a través de medios digitales y crear nuevas formas 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 ello, 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 forma de efectivizar y eficientizar su tarea.

Esta nueva forma de aprendizaje digital involucra desafíos de formación, trabajo en equipo y comunicación ágiles que pueden partir de experiencias previas como son la administración sistémica de sus procesos y proyectos, la utilización de sus indicadores de desempeño y de sus formas de organización; sin embargo, el contar con herramientas digitales que administren bases de datos cada vez más en tiempo real que generen información mejorará la calidad y la agilidad en la toma de decisiones. Con ello, el aprendizaje se transforma digitalmente en predictores de la respuesta, dando origen de forma evolutiva al *machine learning*.

Finalmente, queda expuesto el riesgo de tomar decisiones únicamente con la información generada de los sistemas, la cual carecería de la experiencia de la intervención humana, que reviste una capacidad pocas veces alcanzada por los sistemas digitales, es por lo tanto imprescindible que la transformación digital vaya siempre acompañada del conocimiento, *expertise* y sensibilidad a la gestión de complejas tareas como son la relación con terceros.

Referencias bibliográficas

- Ahedo, S. et al. (2018). Diseño de un sistema de indicadores mediante Balanced Score Card para la evaluación de un sistema de gestión de calidad, seguridad industrial y salud ocupacional. En *Memorias del XXII Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas, ACACIA*.
- Buisness & Growth (2023). *Sistema de visualización para analítica de datos LabUNAM*. Informe de circulación restringida. Coordinación de la Investigación Científica, UNAM, México.
- 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, Facultad de Química, UNAM].
- Rosa, M.J. et al. (2022). Learning analytics and data ethics in performance data management: a benchmarking exercise involving six European universities. *Quality in Higher Education*, 28(1), 65-81. <https://doi.org/10.1080/13538322.2021.1951455>
- Roy, P.P. et al. (2022). *Big Data Analytics: 10th International Conference, BDA 2022, Hyderabad, India, December 19-22, 2022, Proceedings* (1a ed. 2022). Springer Nature Switzerland.
- Sámano (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. México.
- Sámano y Castillo (2017). Validación de indicadores de un sistema de monitoreo para plataformas de crowdfunding del ecosistema de financiamiento colectivo en México. En *Memorias del XXI Congreso Internacional en Ciencias Administrativas, ACACIA*.
- 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. En *2023 International Conference on Innovative Data Communication Technologies and Application (ICIDCA)* (pp. 968-973). <https://doi.org/10.1109/ICIDCA56705.2023.10100169>.
- Treviño-Reyes et al. (2020). La analítica de datos como ventaja competitiva en las organizaciones. *Vinculategica Efan*, 6(2), 1063-1074.
- Zall, K. (2004). *Diez pasos hacia un sistema de seguimiento y evaluación basado en resultados*. Banco Mundial, Mayo Ediciones.
- UNAM (2017). Plataforma LabUNAM. <https://labunam.unam.mx/>
- UNAM (2023). Plataforma PowerBI LabUNAM. <https://labunam-indicadores.cic.unam.mx/>