



Universidad Nacional Autónoma de México
Secretaría de Desarrollo Institucional
Dirección General de Cómputo y de Tecnologías de Información y Comunicación
Acervos Digitales

**Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM
para fines académicos y administrativos**

15 de Noviembre de 2018



Ing. Javier Salazar Argonza
Responsable del Área de Ciencia de Datos

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

1. En años recientes la UNAM ha comenzado a incursionar en varias líneas de trabajo y proyectos institucionales de índole académico y administrativo que ***involucran el uso de las tecnologías de Ciencia de Datos y Big Data.***

Dichas líneas y proyectos:

- Rebasan las capacidades de las herramientas disponibles en las áreas académicas y administrativas para su realización.
- Involucran el uso de software especializado (***frameworks***) y plataformas de cómputo de alto rendimiento (***clusters***), destinados hoy en día solo para la investigación científica.
- Requieren de personal especializado (***muy escaso***).

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

2. Entre estas nuevas líneas de trabajo y proyectos institucionales destacan:

- a) La Aplicación Universal UNAM “**AppUNAM**”.
- b) La adición de la UNAM al proyecto Student Retention Workflow de TANEQ (*Vía U-planner*), que permitirá cuantificar y combatir la deserción escolar.
- e) Programa de cuidado de la salud con **IBM Watson** (*Fac. de Medicina*).
- f) Proyectos de analítica del aprendizaje (*CUAED*).
- g) La nueva Licenciatura en Ciencia de Datos en la UNAM.
- h) Programas de capacitación y fomento de la cultura de Ciencia de Datos y Big Data para la comunidad universitaria. (*Diversas dependencias*).



Fig. 1, Pantalla de la AppUNAM.

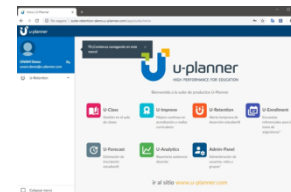


Fig. 2, Pantalla de la plataforma U-planner.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

3. Con una comunidad de **400,000** personas conformada por alumnos, profesores y trabajadores:
 - La producción de **datos masivos en la UNAM** hoy en día ya **es una realidad**.
 - Se **requiere** de las tecnologías de **Ciencia de Datos y Big Data** para su manejo y explotación.



Fig. 3, Comunidad de la UNAM.

Fuente: <https://goo.gl/images/C79knF>.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

4. La **extracción de conocimiento** a partir de los datos que se generan día con día, **en cada una de las áreas académicas y administrativas de la UNAM** resulta estratégica para:

- Mejorar la oferta educativa y la calidad de la enseñanza.
- Encontrar tendencias, desviaciones o irregularidades en la institución.
- Mejorar los procesos internos y servicios.
- Diseñar nuevos servicios de aprendizaje personalizados.
- Conocer el sentimiento de la comunidad universitaria.
- Mejorar la seguridad información.
- Formar recursos humanos de excelencia en estas nuevas TIC's.
- Etcétera.



Fig. 4, Extracción de Conocimiento.

Fuentes:

<https://us.123rf.com/450wm/radiantskies/radiantskies1301/radiantskies130102072/17427648-abstract-word-cloud-for-knowledge-extraction-with-related-tags-and-terms.jpg?ver=6>
<https://sp.depositphotos.com/vector-images/extracci%C3%B3n-de-conocimiento.html>

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

5. Hasta hace algún tiempo las **principales limitantes** para utilizar las tecnologías de Ciencia de Datos y Big Data de forma regular en las áreas académicas y administrativas fueron:
- Los costos y facilidades de acceso a las plataformas y recursos tecnológicos requeridos.
 - La complejidad de las herramientas de software.
 - Falta de personal especializado.
 - Carencia de programas de capacitación.



Fig. 5, *Plataforma de Ciencia de Datos y Big Data.*

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

6. Esta **tendencia ha comenzado a cambiar** hoy en día gracias a:

- La significativa **reducción de costos** en el hardware y software requerido para realizar Ciencia de Datos y Big Data.
- El surgimiento de **nuevas y mejores herramientas** de analítica.
- La aparición de **innovadores servicios en nube de bajo costo**.
- Mayor **cultura informática**.



Fig. 6, Tendencias en la tecnología de Ciencia de Datos y Big Data.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

I. Antecedentes

7. Entre las **principales estrategias** que están comenzando a implementar las empresas e instituciones para utilizar Ciencia de Datos y Big Data se tienen:
- Adquisición de **plataformas y clusters** dedicados para el procesamiento y almacenamiento de datos.
 - Adquisición de **herramientas de analítica de autoconsumo**. (*Power Bi, Tableau, Pentaho, etc.*).
 - Contratación de **herramientas de analítica y almacenamiento de datos en la nube**. (*AWS, Google Cloud, Microsoft Azure, etc.*).
 - **Contratación de servicios (DSaaS)** “Ciencia de datos como servicio”.
 - **Capacitación y reclutamiento** de personal. (Científicos de datos).



Fig. 7, Herramientas tecnológicas actuales de Ciencia de Datos y Big Data.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

II. Estado actual y problemática

1. En los últimos 25 años se han instalado equipos, *clusters* de alto desempeño y supercomputadoras en diversas Facultades, Centros e Institutos de la UNAM*:
 - Son equipos de propósito específico, excepto la supercomputadora.
 - Permiten realizar trabajos de analítica y Big Data.
 - Su uso está limitado a algunos cientos de proyectos de investigación científica al año.



Fig. 8, Supercomputadora Miztli.
<http://www.super.unam.mx/index.php/home/acerca-de?start=3>



Fig. 9, Cluster Instituto de Ciencias Nucleares. <http://www.nucleares.unam.mx/images/departamentos/altasenergias/FAE01.jpg>

* **Fuente:** DSSI-DGTIC-UNAM. «Plan para el Desarrollo del Supercómputo en la UNAM 2018» (Documento interno en proceso de revisión para su publicación). 6.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

II. Estado actual y problemática

2. En las áreas académicas y administrativas, se dispone de PC's, servidores y sistemas de información basados en un enfoque relacional y de inteligencia de negocios:
 - No cuentan con las características técnicas para su uso en labores de Ciencia de datos y ni de Big Data.



Fig. 10, *Equipo de cómputo del Instituto de Investigaciones Jurídicas.*

Fuente: https://archivos.juridicas.unam.mx/www/site/generador/274Equipo_2164.JPG



Fig. 11, *Laboratorio de Cómputo de la Facultad de Ingeniería.*

Fuente: https://hardwareviews.com/wp-content/uploads/2014/03/laboratorio-Nvidia-UNAM_a.jpg

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

II. Estado actual y problemática

3. En lo referente a la infraestructura disponible para la docencia en Ciencia de Datos y Big Data:

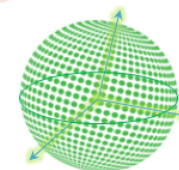
- No se dispone de profesores con conocimientos en el tema.
- Se carece de aulas debidamente equipadas que faciliten la enseñanza de estas tecnologías.



- PC's o laptops con especificaciones avanzadas.
- Red de banda ancha.
- Acceso a cluster's de alto rendimiento.
- Software especializado. (*Hadoop, Spark, Hive, Flume, Power BI, etc.*)
- Profesores con conocimientos en el tema.

Fig. 12, Aula para Ciencia de Datos y Big Data.

Fuente: <http://www.gruposolutio.com/img/bigdata/dsl.png>



Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

II. Estado actual y problemática

4. Los planes y programas de estudios disponibles en la UNAM para formar profesionales en el área de Ciencia de Datos y Big Data:

- Actualmente **no cubren por completo los temas de estudio** que se requieren para este nuevo campo del quehacer humano.

El mundo Big Data: Hadoop y Spark con Scala	
Descripción	Dada la creciente cantidad de datos generados día con día y la demanda actual de las empresas por acumularlos y procesarlos, se da origen a nuevas tecnologías que permitan el almacenamiento, distribución, control de esta información, de una forma sencilla, escalable y confiable.
Volver a datos	Los temas Data Science (DS), Artificial Intelligence (AI), Machine Learning (ML), Deep Learning (DL), TensorFlow, Keras, Spark y Python son hoy en día los temas de actualidad en el mundo del desarrollo de aplicaciones productivas en tiempo real. En este ciclo integral se ofrecen los conceptos y herramientas de las nuevas tecnologías de Big Data y Data Science.
TEMARIO	
I. Introducción	Fecha 7, 14 y 21 de abril 2018
I.1 Ciencia	Horario Sábados de 8am a 3pm
I.2 Evolución	No. de horas 21
I.3 BigData	Lugar Aula 101, edificio Yelzcalli, Facultad de Ciencias, UNAM
II. Conociendo	
II.1 Instalación	
II.2 Instalación	
II.3 Instalación	
II.4 Comandos	Costo
III. Conociendo	•Público en general: \$15,000 pesos (más IVA)
III.1 Instalación	•Alumnos, exalumnos, personal y tesis de la UNAM: \$12,000 pesos (más IVA)
III.2 Instalación	
III.3 Instalación	
IV. Lenguajes	Dirigido a
IV.1 Paradigmas	Directores, gerentes, analistas, consultores, ingenieros, programadores y estrategas de negocio interesados en incorporar o mejorar la práctica de la inteligencia de negocios en sus organizaciones, utilizando las mejores y más novedosas tecnologías existentes actualmente
IV.2 Introducción	Objetivo
IV.3 Aplicaciones	Proporcionar a los participantes los conocimientos necesarios que les permitan entender, de una manera integral y objetiva, el nuevo enfoque del desarrollo y aplicaciones de la Inteligencia Artificial utilizando las mejores prácticas de Redes Neuronales Convolutivas como una extensión del Aprendizaje Automatizado (Machine Learning) en un ambiente de computo Spark y con el lenguaje Python. Transmitir a los participantes el conocimiento de los mejores prácticas actuales del desarrollo BigData que utilizan las organizaciones y corporativos

Ciclo integral "Inteligencia Artificial, Data Science, Deep Learning, TensorFlow"



UNAM POSGRADO

Ciencia e Ingeniería de la Computación



ESCUELA DE CIENCIA DE LOS DATOS

15 al 19 de octubre de 2018

Unidad Cuernavaca del Instituto de Matemáticas de la UNAM

Segunda Escuela de Ciencia de los Datos. Una aproximación práctica

Ejes Temáticos

- Analizando grandes conjuntos de datos
- Inteligencia artificial
- Modelos y algoritmos

Dirigido a:

- Aspirantes con especialidad en matemáticas aplicadas, probabilidad y estadística, quienes tengan experiencia y gusto por el análisis de datos a través de modelos estadísticos, en cuanto a la solución de problemas reales.
- Estudiantes de los programas en ciencias matemáticas, matemáticas aplicadas, ciencias de los datos, ingeniería, estadística y probabilidad. Y en general estudiantes de cualquier disciplina que tengan interés por aprender sobre el análisis de datos mediante modelos matemáticos.
- Investigadores gerentes y analistas, para quienes el análisis de datos es de importancia estratégica para la toma de decisiones de negocio.

BIG DATA para BIBLIOTECARIOS ACADÉMICOS

14 de junio, 9:00 a 14:30 hrs.

INSTRUCTOR: Nicholas Cop

UBICACIÓN: Aula de cómputo, piso 12 BIBLIOTECA CENTRAL

COSTOS: \$ 1,200 personal DGB-UNAM
\$ 1,500 personal UNAM
\$ 2,000 otros institucionales

Requisito previo: conocimiento muy básico de una hoja de cálculo

Informes e inscripciones: 4800 170 (línea 180) 4800 170 (extensión en línea) 4800 170 (extensión en línea) 4800 170 (extensión en línea)

Programa del curso: www.cicd-dbs.com.mx/escuela-bigdata

Presentado por: DGB-UNAM y DGB Digital Information Solutions

Fig. 13, Cursos aislados y programas de estudio que cubren parcialmente los temas de Ciencia de Datos y el Big Data.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

II. Estado actual y problemática

5. Existe una iniciativa para la creación de la **Licenciatura en Ciencia de Datos** en la UNAM*.
 - Se espera sea capaz de cubrir las necesidades de los diferentes roles de personal que se requiere para trabajar la Ciencia de Datos y el Big Data.

Participan:

- **IIMAS.**
- **Centro Virtual de Computación.**
- **Ciencias.**
- **Ingeniería.**
- **Contaduría y Administración.**
- **Estudios Superiores Aragón.**
- **Institutos de Ingeniería II.**
- **Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología.**

* Fuente: <http://mexiconuevaera.com/ciencia-y-tecnologia/2018/09/5/unam-alista-nueva-licenciatura-en-ciencia-de-datos>

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

II. Estado actual y problemática

6. La incorporación de la Ciencia de Datos y Big Data en las actividades cotidianas de las empresas e instituciones es ya una **tendencia tecnológica mundial.**

- En el 2017 un 40% de las empresas analizadas por Forrester Consulting, mostró que éstas ya disponen de alguna estrategia enfocada al análisis masivo de datos.

(Principalmente en sus áreas de mercadotecnia, desarrollo del producto y ventas).

- En el 2017, México se posicionó en 2º lugar en compras de soluciones de Big Data dentro de Latinoamérica, al adquirir el 26.7% del mercado, según la firma Frost & Sullivan*.

(El 1er sitio lo obtuvo Brasil, con el 46.7% y el 3er lugar, fue Colombia, con el 7.9%).

***Fuente:**

<https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?id=1378626&urlredirect=https://www.reforma.com/aplicaciones/articulo/default.aspx?id=1378626>

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

III. Sobre el plan de desarrollo propuesto “PDCDBD”

- Es una iniciativa de la Dirección de Sistemas y Servicios Institucionales de la DGTIC.
- Busca atender los principales retos, a fin de que se desarrollen las tecnologías de Ciencia de Datos y Big Data en los ámbitos académicos y administrativos de la institución.
- Pretende reaprovechar los componentes útiles de la supercomputadora generación 5, que serán reubicados en el Centro de Datos de la UNAM.
- Está sustentado en el Plan para el Desarrollo del Supercómputo en la UNAM.
- Cumple con las directivas de:
 - ✓ Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019.
 - ✓ Programa de Trabajo de Rectoría 2018.
 - ✓ Plan Maestro de Tecnologías de Información y Comunicación 2018.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

IV. Objetivo

Proporcionar a la comunidad universitaria:

- Recursos de cómputo para el desarrollo de proyectos de Ciencia de Datos y Big Data, dentro de un esquema eficiente, de calidad y pertinencia.
- Facilidades para extraer conocimiento de la información, no importando lo compleja y voluminosa que ésta sea.
- Soporte en la toma de decisiones en todas las áreas del quehacer cotidiano de la universidad y del país.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

V. Metas

- ✓ Abastecer en la medida de lo posible, los requerimientos de la comunidad universitaria e incluso de otras instituciones y entidades nacionales y extranjeras en materia de Ciencia de Datos y Big Data.
- ✓ Iniciar la formación de especialistas que apoyen a la comunidad universitaria en el desarrollo de sus proyectos de Ciencia de Datos y Big Data, y que asesoren la implementación de estas tecnologías en otras instancias locales, regionales o nacionales.
- ✓ Implementar un modelo operativo y de negocio que genere recursos financieros para el crecimiento y actualización constante de los componentes necesarios para hacer Ciencia de Datos y Big Data en la UNAM.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

VI. Líneas estratégicas y alcances que contempla

Línea.	Alcance.
✓ Infraestructura.	<ul style="list-style-type: none"> • Disponer de los equipos y sistemas adecuados para atender las necesidades de Ciencia de Datos y Big Data de índole académica y administrativa de la UNAM.
✓ Capacitación.	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer los programas académicos de formación de especialistas y becarios.
✓ Servicios.	<ul style="list-style-type: none"> • Brindar los nuevos servicios de Ciencia de Datos y Big Data a la comunidad universitaria.
✓ Desarrollo.	<ul style="list-style-type: none"> • De la ciencia de datos y Big Data a nivel local, regional y nacional.
✓ Innovación.	<ul style="list-style-type: none"> • Posicionar a la UNAM a la vanguardia de la Ciencia de Datos y el Big Data en México, Latinoamérica y el mundo.
✓ Marco normativo.	<ul style="list-style-type: none"> • Que cubra un adecuado uso del hardware y software, manejo de información, garantice la actualización constante de los recursos, etc.

Tabla 1, Líneas estratégicas y alcances del Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data en la UNAM para fines académicos y administrativos.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

VII. Escenarios de servicio posibles (A, B, C)*

No.	Servicio.	A	B	C
1	Aprovisionamiento de infraestructura de hardware y software. <i>(Vía el Centro de Datos de DGTIC).</i> <ul style="list-style-type: none"> • Por medio de contenedores o máquinas virtuales, el lago de datos institucional y diversas herramientas de software colaborativo disponibles en la nube. 	X	X	X
2	Mesa de ayuda vía ticket desde el Centro de Datos de DGTIC. <ul style="list-style-type: none"> • Sobre el aprovisionamiento de la infraestructura de hardware y software asignada y otros aspectos técnicos. 	X	X	X
3	Soporte técnico.		Básico	X
4	Asesoría.		Básica	X
5	Consultoría para proyectos internos y externos.		Limitada	X
6	Cursos de capacitación.		X	X
7	Colaboración en proyectos internos y externos.			X

Tabla 2, Escenarios de servicio posibles.

*Nota: El escenario a utilizar dependerá de los recursos disponibles por DGTIC para la instrumentación de los servicios.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

VIII. Etapas y acciones

i. Definición y diseño de la infraestructura requerida para brindar los nuevos servicios de Ciencia de Datos y Big Data.

- Determinar que **recursos** del Centro de datos serán **destinados para brindar los nuevos servicios**.
- Identificar **componentes de software y hardware adicionales**.
- Planear el **crecimiento del lago de datos institucional**.
- Aspectos de **seguridad de la infraestructura**.
- **Sistemas de apoyo**. (Tarificación, Mesa de ayuda, etc.).



Fig. 14, Centro de Datos de DGTIC reacondicionado.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

VIII. Etapas y acciones

ii. Implementación de la infraestructura necesaria para brindar los nuevos servicios de Ciencia de Datos y Big Data.

1. Realizar las adquisiciones, instalaciones y configuraciones necesarias en el Centro de Datos.
2. Designación, adecuación y amueblado de los espacios requeridos para brindar los nuevos servicios.
3. Adquisición del equipamiento y software del personal.
4. Reclutamiento y contratación del personal requerido.
5. Capacitación del personal.
6. Instrumentación del programa de becarios.
7. Desarrollo del marco normativo de servicios.
8. Creación de las redes de responsables y usuarios de Ciencia de Datos y Big Data.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

VIII.Etapas y acciones

iii. Consolidación de los servicios de Ciencia de Datos y Big Data para fines académicos y administrativos que requiere la UNAM.

1. Iniciar los servicios de Ciencia de Datos y Big Data para la comunidad.
2. Implementación del Lago de datos Académico-Administrativo de la UNAM con Acceso Abierto.
3. Iniciar las actividades académicas de Ciencia de Datos y Big Data.
4. Implementar el plan de negocios y comercialización de Servicios de Ciencia de Datos y Big Data.
5. Iniciar la sección de artículos y difusión de Ciencia de datos y Big Data en el portal de la UNAM.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

VIII. Etapas y acciones

IV. Innovación en Ciencia de Datos y Big Data.

1. Crecimiento de la infraestructura destinada para Ciencia de Datos y Big Data en el data Center de DGTIC para fines académicos y administrativos.
2. Generación de un portal de auto aprovisionamiento de recursos de Ciencia de Datos y Big Data para usuarios internos y externos.
3. Creación de la Red Universitaria de Ciencia de Datos y Big Data abierta y distribuida.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

IX. Personal requerido para brindar los servicios

Plaza	Función
Responsable del Área y Líder de proyectos.	✓ Es responsable del área y control de los proyectos.
Arquitecto de sistemas.	✓ Establece la configuración de los recursos del Centro de Datos.
Administrador de plataforma.	✓ Administra los recursos de hardware y software en nube que son asignados a los usuarios finales.
Científico de datos. (Niveles Senior y Jr).	✓ Analiza datos, desarrolla algoritmos complejos e identifica oportunidades con técnicas estadísticas, algorítmicas de minería y visualización.
Científico de datos. (Nivel Citizen).	✓ Maneja herramientas de inteligencia de negocios “BI” que sirvan de interfaz con la con las herramientas de Ciencia de Datos y Big Data.
Ingeniero de datos.	✓ Carga información al ambiente de Big Data. ✓ Pone a disposición de los usuarios información, algoritmos y procesos de ciencia de datos.
Especialista en visualización.	✓ Convierte grandes volúmenes de datos en gráficos innovadores e intuitivos.
Responsables de operación.	✓ Brindar servicios de apoyo en el Centro de Datos. (Tarificación, mesa de ayuda, etc.).
Servicios sociales y Becarios	✓ Desarrollo de algoritmos y programas específicos para manipulación de datos.

Tabla 3, Personal requerido para brindar los nuevos servicios Ciencia de Datos y Big Data.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

X. Cursos de formación propuestos para el personal

1. Dirigidos al personal que conformará la nueva Área de Ciencia de Datos, con base al rol y perfil que desempeñará en ésta.
2. Comprende 29 cursos distribuidos en 8 líneas de capacitación a lo largo de 6 meses.

No.	Línea de capacitación	No. Cursos
1	Líder de proyecto de datos de Big Data y Ciencia de Datos.	09
2	Administrador de plataforma.	10
3	Ingeniero de datos.	16
4	Científico de datos.	13
5	Especialista en visualización.	04
6	Arquitecto de sistemas Big Data.	04
7	Responsables de operación.	04
8	Sensibilización a funcionarios.	02

Tabla 4, Líneas de capacitación para el personal.

Plan para el desarrollo de la Ciencia de Datos y Big Data (PDCDBD) en la UNAM para fines académicos y administrativos

X. Cursos de formación propuestos para el personal

3. Todos los cursos actualmente cuentan ya con su respectivo temario.
4. En un inicio el 100% de los cursos deberán ser adquiridos a proveedores externos.

Gracias



Ing. Javier Salazar Argonza.
Responsable del Área de Ciencia de Datos.
DGTIC, UNAM
jsalazar@unam.mx