

Arquitectura para gestionar indicadores de posgrados mexicanos de calidad

I.S.C. Ohara Curtidor Huerta*
M.C. Ricardo Chaparro Sánchez
Dr. Alberto Lara Guevara
*ohara.curtidor@gmail.com

Facultad de Informática, Universidad Autónoma de Querétaro
Querétaro, México

Resumen

El objetivo de esta investigación es proponer una arquitectura de referencia para una plataforma digital (aplicación) para la gestión cuantitativa y cualitativa de los indicadores de calidad y los entregables pertenecientes a su modalidad, respecto del Programa Nacional de Posgrados de Calidad. El caso de estudio es el de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Palabras clave: calidad de la educación, evaluación, gestión, indicadores, programas de posgrado

Abstract

The objective of this investigation is to propose a reference architecture of a digital platform (application) for the quantitative and qualitative management of quality indicators and deliverables belonging to its modality with respect to the National Postgraduate Programs of Quality. The case study is that of the Universidad Autónoma de Querétaro.

Keywords: *quality of education, evaluation, management, indicators, postgraduate programs*

Artículo arbitrado	
Recibido:	Aceptado:
24 de mayo de 2019	09 de octubre de 2019

Introducción

Las organizaciones requieren de la adopción e implementación de metodologías para realizar la gestión de sus procesos con el objetivo de identificar áreas de mejora, implementar actividades correctivas y definir acciones. La finalidad es obtener una diversidad de beneficios para los actores involucrados, así como para la propia organización y los individuos que son impactados de manera directa.

Una parte fundamental para realizar la gestión es generar, consolidar e identificar información que muestre el estado actual de los procesos. Mediante el establecimiento de acciones de control y las mediciones para cualificarlos, se puede generar un desarrollo evolutivo en las organizaciones.

Ubicar la gestión en programas educativos resulta ser un gran reto para las instituciones, debido a los aspectos políticos, económicos, recursos públicos, culturales, sociales, científicos y tecnológicos que se tienen que considerar. Además, hay que ofrecer y mantener programas educativos de calidad; esta es una característica primordial de los sistemas educativos. La calidad de los programas educativos está comprendida por diferentes factores, funciones y actividades, tales como la investigación, los docentes, estudiantes, infraestructura, la vinculación, el seguimiento, entre otros, que construyen un mundo universitario.

Por lo antes mencionado, es importante someter los programas educativos, particularmente los de posgrado, a constantes procesos de evaluación. Salgado & Lebrún (2018) sostienen que el objetivo de los indicadores no es exclusivamente analizar los avances hacia el logro de los resultados esperados, sino también incluir buenas prácticas para el reforzamiento de los actores del proceso. Hay que diagnosticar problemas, identificar mejoras de crecimiento, además de generar información para determinar si los objetivos planteados se están alcanzando. La finalidad es que se genere una evolución de los programas y, en consecuencia, un beneficio para las instituciones educativas y los individuos.

El Programa Nacional de Posgrados de Calidad (PNPC) pertenece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), organismo federal perteneciente a la política pública en México. El PNPC fomenta el reconocimiento a la calidad de los posgrados que ofrecen las instituciones de educación superior y los centros nacionales de investigación en México. Con el objetivo de asegurar la calidad en los programas pertenecientes al PNPC, CONACYT evalúa el cumplimiento de los estándares establecidos para su calidad y pertinencia, teniendo en consideración resultados, impacto y visión prospectiva de los programas de posgrado (CONACYT, 2019).

Según CONACYT (2019), los comités de pares validan conforme a:

- La autoevaluación del programa.
- El cumplimiento de los criterios y lineamientos de evaluación contenidos en los marcos de referencia para la evaluación y seguimiento de los programas.
- Información estadística, así como medios de verificación.

El objetivo de las evaluaciones es ubicar los posgrados respecto de los niveles definidos por CONACYT con base en su desarrollo, impacto y productividad, para así asignar recursos para su sustentabilidad, como se muestra en la tabla 1.

Niveles del PNPC	
Competencia internacional	Programas que tienen colaboraciones en el ámbito internacional a través de convenios que incluyen la movilidad de estudiantes y profesores, codirección de tesis y proyectos de investigación conjuntos.
Consolidados	Programas que tienen reconocimiento nacional por su pertinencia e impacto en la formación de recursos humanos de alto nivel, en la productividad académica y en la colaboración con otros sectores de la sociedad.
En desarrollo	Programas con una prospección académica positiva sustentada en su plan de mejora y en las metas factibles de alcanzar en el mediano plazo.
De reciente creación	Programas que satisfacen los criterios y estándares básicos del marco de referencia del PNPC.

Tabla 1. Descripción de los niveles en los programas PNPC. Fuente: CONACYT, 2019.

Debido a lo anterior, es necesario que las instituciones educativas ofrezcan programas robustos en cuanto a calidad en los contenidos y que, además, sean confiables respecto de los elementos que los constituyen, como cobertura, infraestructura, equipamiento, profesorado, entre otros términos que de alguna forma hacen evidente el impacto que tienen las instituciones educativas en el crecimiento de la sociedad y del país. Es prioritario el seguimiento a la calidad, eficiencia, efectividad, productividad, competitividad y madurez de los posgrados PNPC, así como el fomento a la implementación y el desarrollo de nuevos programas.

El manejo de información y la generación de reportes de manera inicial es una actividad administrable. Sin embargo, la madurez de los programas, el incremento de alumnos y docentes que participan, la cantidad de información y su acumulación hacen complejo su manejo y gestión, así como la generación de reportes de indicadores. A este respecto, García *et al.* (2009) mencionan que el almacenamiento de indicadores en una base de datos relacional posibilita la conformación de una base histórica útil para realizar futuras estimaciones.

Se han publicado manuales que presentan metodologías de implementación de proyectos informáticos cuyo objetivo es presentar guías prácticas que permitan revisar las perspectivas múltiples que se implican. No solo es necesario elegir metodologías que busquen garantizar las buenas prácticas en la implementación, sino también incluir métodos de evaluación, seguimiento y supervisión. Vélez & Diana (2010) hacen notar que una implementación exitosa en una institución no es garantía de que dicha solución pueda ser útil para otra institución, bajo circunstancias tan solo un poco diferentes.

En sus inicios, la administración de los proyectos se había visualizado exclusivamente como un problema de gestión. Hoy en día, ante la diversificación de áreas, pensar en proyectos y en su exitoso desarrollo es una necesidad implícita en todas las áreas, aun en la implementación de proyectos de tecnologías

educativas. Marín Marín (2011) da seguimiento al desarrollo de proyectos desde la base educativa, involucrando en la implementación a los actores del proyecto en la institución, no solo en manos de los administradores.

Además de la perspectiva de competencia, es preciso poner énfasis en la planeación estratégica. En este sentido, Baena Paz (2015) propone que, en los proyectos educativos, es necesario implementar una planeación estratégica prospectiva, ya que es necesario no solo mitigar los riesgos a corto plazo, sino lograr una mirada a largo plazo que permita establecer una proyección seria. Esto toma sentido sobre todo cuando la propia aplicación de un proyecto implica la relación con políticas públicas, normativas y el uso de recursos públicos, situaciones que se dan en la implementación de proyectos con tecnología educativa.

El uso de recursos y el financiamiento de los proyectos exigen, además, proporcionar claridad en la administración financiera, por lo que es común encontrar que los proyectos requieran de una evaluación bajo este aspecto. Con el fin de establecer criterios de seguimiento, desarrollo e incluso cumplimiento de los objetivos del proyecto, Besley y Brigham (2008) proponen un análisis financiero profundo como una actividad necesaria en cualquier inversión en nuevos proyectos, con el fin de proporcionar seguridad a las instituciones, pero sobre todo a los inversionistas o a quienes aportan el capital.

La gestión de los procesos, específicamente en cuanto a innovación de tecnología se refiere, ha implicado la creación de nuevas áreas de estudio que atiendan estas problemáticas, y una de ellas es la gestión de la tecnología. En tal sentido, Ochoa *et al.* (2007) describen cómo la comunidad científica y las áreas de tecnologías han utilizado el concepto de gestión de tecnología como el proceso que permite, entre otras cosas, controlar y administrar los procesos en que interviene la tecnología a través de incentivar acciones orientadas a crear un plan estratégico que conjunte las acciones que permitan realizar la gestión. Las acciones son: inventariar, vigilar, evaluar, enriquecer, asimilar y proteger. La

gestión de la tecnología se basa en establecer actividades de seguimiento, análisis y prospectiva tecnológica, así como desarrollar los planes y estrategias que permitan el desarrollo tecnológico de una organización.

Parte primordial es identificar y definir lo que se entiende por calidad y calidad educativa. Para Deming (2012), calidad es un grado predecible de uniformidad y confiabilidad, a bajo costo y adecuado al mercado. Por otro lado, Cantú (2011) comenta que este concepto abarca todas las cualidades con las que cuenta un producto o servicio, cuando sus características tangibles e intangibles satisfacen las necesidades del usuario. Por su parte, Vega (2005) establece que la calidad educativa está determinada por la capacidad que tienen las instituciones para preparar al individuo, de tal manera que pueda adaptarse y contribuir al crecimiento, desarrollo económico y social mediante su incorporación al mercado laboral. Palomares-Montero *et al.* (2008) afirman que la calidad se entiende como la relación de recursos con los que se desarrolla la actividad universitaria, indicando niveles de mejora y excelencia.

En lo que se refiere al caso de estudio, la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) se encuentra dentro de las primeras diez universidades a nivel nacional con mayor número de programas PNPC, como se muestra en la tabla 2. La UAQ contribuye con el 84% de los programas de posgrado PNPC registrados a nivel estatal (UAQ P.I., 2019).

En la figura 1, se muestra la distribución de los posgrados PNPC adscritos a la UAQ por categoría.

Es determinante que los posgrados PNPC adscritos a la UAQ cumplan con los requerimientos de calidad establecidos; lo anterior, aunado al objetivo de enriquecer los contenidos educativos, mediante lo cual se logre una competencia internacional para producir niveles académicos que atiendan a las exigencias y demandas científicas de la sociedad mexicana.

Lugar	Institución	Programas
1	Universidad Nacional Autónoma de México	186
2	Universidad de Guadalajara	184
3	Universidad Autónoma de Nuevo León	112
4	Instituto Politécnico Nacional	105*
5	Universidad Autónoma Metropolitana	75
6	Universidad Veracruzana	73
7	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	73
8	Universidad Autónoma de Querétaro	70
9	Universidad Autónoma del Estado de México	66
10	Benemérita Universidad Autónoma de Puebla	65

* No incluye los programas de posgrado de sus centros de investigación.

Tabla 2. Universidades públicas nacionales y estatales con mayor número de programas de posgrado en PNPC en México. Fuente: CONACYT (2019).

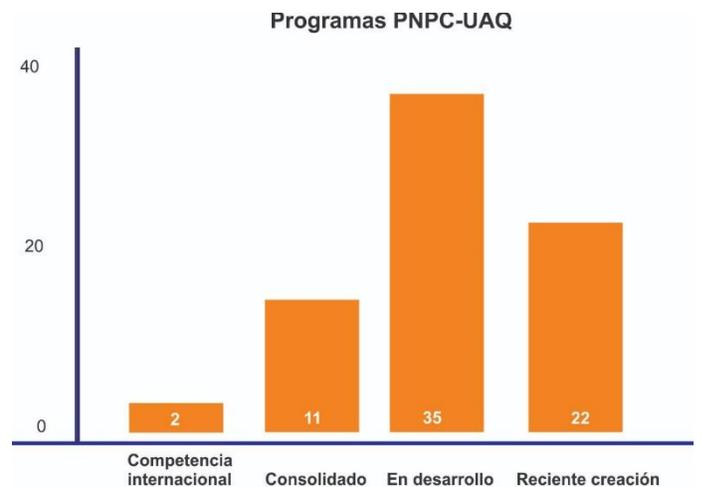


Figura 1. Distribución de programas PNPC-UAQ a octubre de 2018. Fuente: elaboración propia, basado en Padrón PNPC (2019).

Metodología

La metodología utilizada para crear la arquitectura de referencia está basada en el marco de referencia Lean Six Sigma, mediante la utilización de la herramienta Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC). La selección de esta metodología se fundamenta en un enfoque para remover los defectos en los procesos de una organización y mejorar su eficiencia para alcanzar

los objetivos definidos, mediante el mejoramiento y la efectividad operacional (Voehl *et al.*, 2016).

El ciclo de la herramienta DMAIC está definido por cinco etapas, con la finalidad de obtener una mejora incremental en los procesos, ya sean actuales o por implementarse como se muestra en la figura 2.

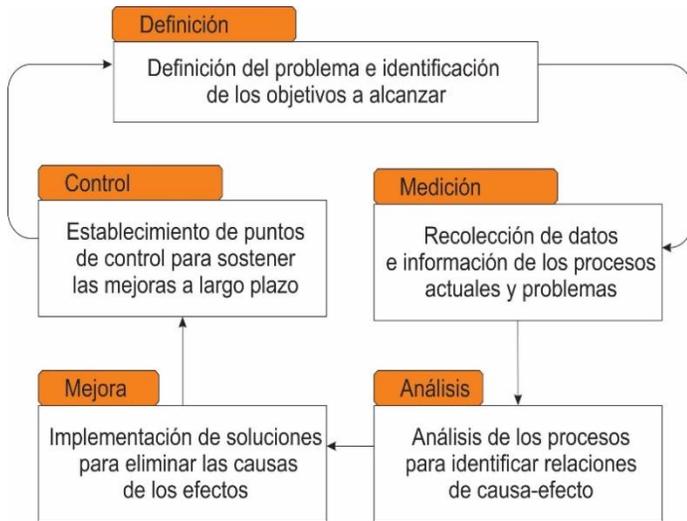


Figura 2. Ciclos de la herramienta DMAIC. Fuente: elaboración propia basada en Voehl *et al.* (2016).

La metodología DMAIC aplicada a este proyecto es como sigue:

1. Definición. Enfoque en la recolección de los actuales flujos de trabajo y en la forma como se desarrollan para determinar actores, funciones y entregables. Se identifican los requerimientos funcionales y no funcionales necesarios para la arquitectura.
2. Medición. Identificación de riesgos en los procesos actuales.
3. Análisis. Revisión de los marcos de referencia alineados a los posgrados PNPC. Identificación de los factores cualitativos y cuantitativos que deben preservarse para el aseguramiento de la calidad, así como información útil para el fortalecimiento de los programas.
4. Mejora. Diseño de la arquitectura desde la perspectiva tecnológica.
5. Control. Desarrollo e implementación de la plataforma digital, con base en la arquitectura y los módulos identificados.

En la figura 3 se muestra la secuencia de la metodología para el desarrollo de la arquitectura propuesta.

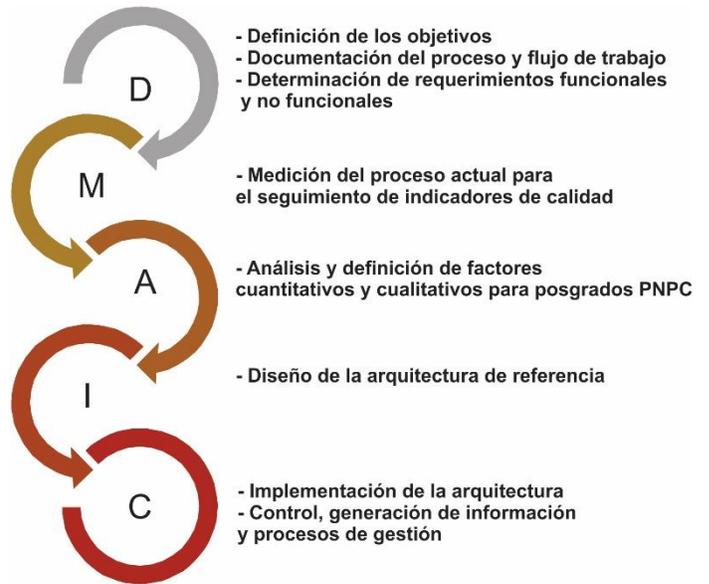


Figura 3. Metodología de desarrollo. Fuente: elaboración propia, basada en Voehl *et al.* (2016).

Diseño de la arquitectura

La parte medular del presente trabajo está enfocada en el diseño de la arquitectura (etapa de mejora), la cual se basa en la construcción de un *data warehouse* (DW), que se define como un repositorio unificado donde generalmente una empresa u organización mantiene una gran cantidad de información. Dentro del desarrollo del DW existen varias metodologías. Para el presente caso de estudio, se consideró la metodología Hefesto, debido a que permite crear el DW a partir de los requerimientos de los usuarios para construir un esquema lógico y definir los procesos Extraer, Transformar y Cargar (ETL, por sus siglas en inglés). El análisis de los OLTP se refiere al procesamiento de transacciones en línea, por sus siglas en inglés. Ver figura 4 (Bernabeu, 2010).

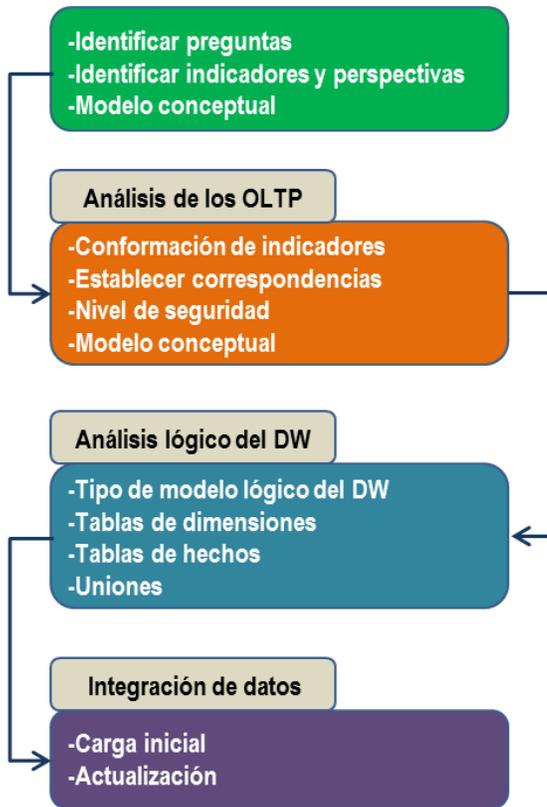


Figura 4. Metodología Hefesto. Fuente: elaboración propia basada en Bernabeu (2010).

Según Bolo (2006), una característica primordial de la arquitectura orientada a servicios (SOA) es desvincular las aplicaciones de las implementaciones de los componentes que dichos procesos utilizan, mediante la definición de interfaces de forma neutral, independientes de *hardware*, sistema operativo o lenguaje de programación. A esto se le conoce como *acoplamiento débil* entre servicios, lo cual proporciona flexibilidad a cambios evolutivos en las organizaciones.

Con base en lo anteriormente mencionado, la propuesta de arquitectura se conforma de dos partes:

A. **DW.** Desarrollo de un DW y su implementación mediante la metodología Hefesto, así como cada una de las actividades que la conforman:

- **Análisis de requerimientos.** Identificación de requerimientos, necesidades y perspectivas, definidos por parte de los coordinadores de los programas PNPC, así como la creación de un

modelo conceptual de la información recolectada, el cual se muestra en la figura 5.

- **Análisis OLTP.** Se centra en la conformación e identificación de los identificadores de evaluación y el establecimiento de sus correspondencias respecto de la información recolectada de las necesidades y expectativas de los coordinadores de los programas PNPC.
- **Modelo lógico.** Creación del modelo entidad-relación con base en el análisis OLTP y los requerimientos identificados, para establecer entidades, atributos y relaciones, como se muestra en la tabla 3.
- **Integración de datos.** Esta parte de la metodología se enfoca en la consolidación e inserción de los datos pertenecientes a los programas PNPC, estudiantes, profesores y líneas de investigación desarrolladas dentro de la base de datos.

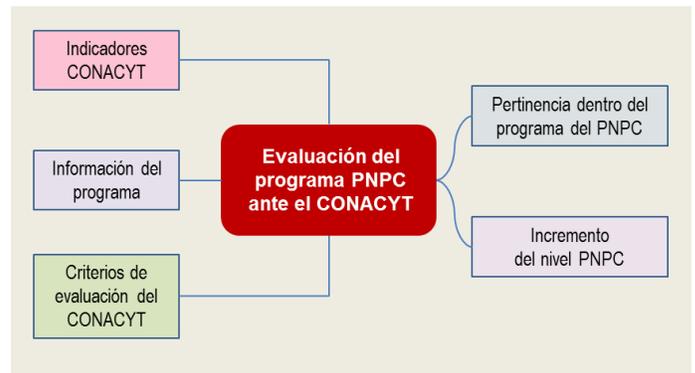


Figura 5. Modelo conceptual. Fuente: elaboración propia.

Tablas de modelo entidad-relación
Area_conocimiento
Asignacion_profesor_materias
Asignacion_profesor_programas
Estudiantes
Idiomas
Instituciones
Materias_cursadas
Produccion_academica
Profesores
Profesores_area_conocimiento
Programas_academicos
Reconocimientos
Titulos

Tabla 3. Tablas definidas en el modelo entidad-relación. Fuente: elaboración propia.

B. Propuesta de innovación. La segunda parte que conforma esta arquitectura se denomina *propuesta de innovación*, la cual contiene tres capas:

- **Almacenamiento de datos.** Tiene como objetivo el desarrollo de *datamarts* dependientes, los cuales generan información de indicadores e información para las evaluaciones de los programas PNPC.
- Las siguientes capas tienen el objetivo de ofrecer información para la toma de decisiones en los programas PNPC. La importancia radica en que, debido a este tipo de información, se puede

lograr una visión integral de la organización, lo cual permite la redefinición de estrategias (Menéndez & Gurmendi, 2012).

- **Capa de análisis de datos.** Se realiza un procesamiento para la generación de análisis descriptivos, diagnóstico y predictivos de los programas PNPC.
- **Capa de presentación.** Se consolida y se presenta la información mediante tableros y reportes, respecto de los programas PNPC, para su consulta por los usuarios definidos.

La figura 6 muestra la arquitectura que se diseñó para la gestión de indicadores de posgrados de calidad mexicanos.

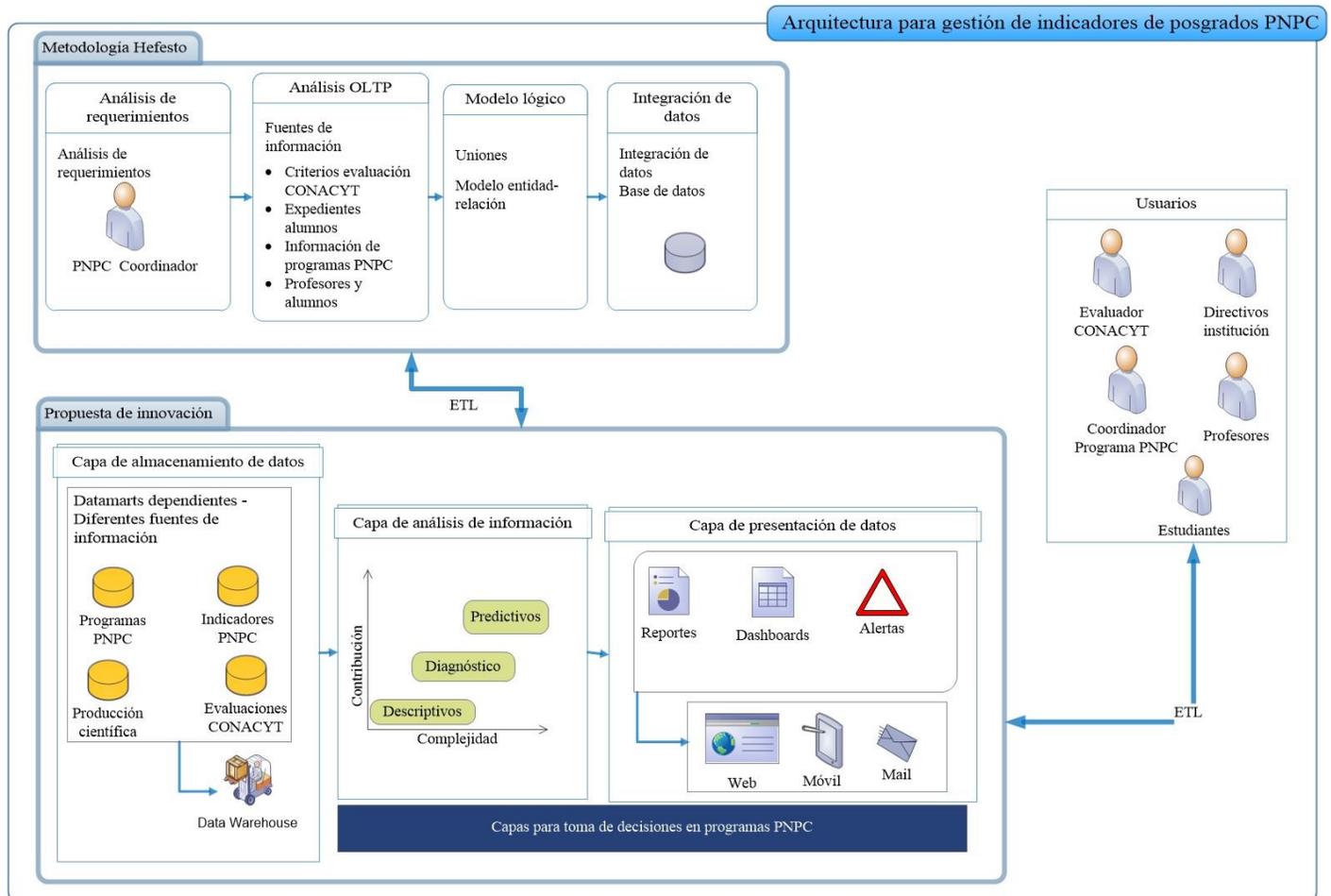


Figura 6. Arquitectura para gestión de indicadores de posgrado PNPC. Fuente: elaboración propia, basado en Bernabeu (2010).

Resultados

El aspecto primordial fue el seguimiento a los entregables e indicadores que ayuden al fortalecimiento y la sustentabilidad de los posgrados adscritos al PNP. Para la definición de esta propuesta de arquitectura, fue necesario identificar sus componentes, mediante los cuales se definió alcance, funcionalidad y propósito.

Esta propuesta de arquitectura sirvió para la gestión, procesamiento y seguimiento de los indicadores, procesos y contenidos de los rubros de docencia, investigación y gestión que se muestran en la tabla 4.

Docencia	Investigación	Gestión
Núcleo académico	Producción científica (artículos, patentes, ensayos, ponencias)	Validación y control de documentación para procesos de admisión y titulación
Recursos de infraestructura	Proyección de trabajos terminales respecto de su línea de investigación	Seguimiento a trayectoria académica de los estudiantes
Recursos de docentes y administrativos	Producción científica (artículos, patentes, ensayos, ponencias)	Eficiencia terminal
	Trabajos terminales (tesis)	Autoevaluaciones requeridas por CONCYTEQ
	Líneas de investigación en tesis	
		Información de referencia para nuevos ingresos (líneas de investigación)
		Cartas de intención y compromiso
		Convenios con la industria e instituciones educativas para la transferencia de conocimiento y desarrollo de contenido en los programas

Tabla 4. Categorización de indicadores, procesos y contenidos respecto del rubro perteneciente. Fuente: elaboración propia.

La propuesta de la arquitectura en una etapa inicial se implementó como un proyecto dentro de los posgrados PNP adscritos a la Facultad de Informática de la UAQ. En una segunda etapa, se

extenderá la plataforma al resto de las facultades de la UAQ para el seguimiento oportuno del 100% de sus posgrados PNP.

Discusión y conclusiones

La incorporación y mantenimiento de los programas de posgrado al PNP, creados por parte de instituciones educativas y centros de investigación, son un reconocimiento de carácter público en cuanto a la calidad e impacto de su contenido. Se realiza una evaluación que contribuye al sistema de garantía de la calidad de la educación superior, aunado a que la incorporación y la continuidad al PNP son un referente confiable respecto de la calidad de la oferta educativa a nivel de posgrados.

Además, existen beneficios al pertenecer al PNP, como lo son:

- Reconocimiento por parte de la Secretaría de Educación Pública (SEP) y del CONACYT.
- Becas para los estudiantes respecto de la modalidad del programa que cursan, ya sea de tiempo completo o mixto.
- Becas posdoctorales a los egresados de programas de doctorado.

Con el desarrollo y la implementación de esta arquitectura, se obtienen los siguientes beneficios:

- Consolidación, unificación y seguimiento de los elementos necesarios para realizar los procesos de evaluación y gestión definidos por el CONACYT para los programas del PNP.
- Factibilidad para desarrollar análisis descriptivos y predictivos, a fin de dar seguimiento a la calidad en los programas de posgrado pertenecientes al PNP e identificar áreas de mejora con antelación para proceder a su planeación y ejecución.
- Interfaces de *acoplamiento débil* entre los servicios, con el objetivo de ser ágil y dar capacidad para cambios evolutivos en los indicadores de calidad.
- Modelo de arquitectura con el objetivo de registrar derechos de autor.
- Mejora en la oferta educativa para la sociedad y comunidad científica del país.
- Consolidación de diferentes fuentes de información en un repositorio de datos estandarizado.

- A partir de dicho repositorio, será posible realizar análisis descriptivos y predictivos para apoyar el seguimiento y control de indicadores.
- Servicios que pueden ser invocados por diversos clientes, independientemente de su entorno y plataforma tecnológica.

Referencias bibliográficas

Baena Paz G. (2015). Planeación prospectiva estratégica. Teorías, metodologías y buenas prácticas en América Latina. Recuperado a partir de https://www2.politicas.unam.mx/publicaciones/wp-content/uploads/2015/08/Libro-PPE_interactivo1.pdf

Bernabeu R.D. (2010). Hefesto, data warehousing: investigación y sistematización de conceptos. Recuperado a partir de <https://www.businessintelligence.info/resources/assets/hefesto-v2.pdf>

Besley S. & Brigham E.F. (2008). Administración financiera (Editorial Cengage Learning) (14ª ed.). Recuperado a partir de <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/4205>

Bolo M. (2006). Arquitectura de integración orientada a servicios. Interfases (001), 19-46.

Cantú-Delgado H. (2011). Desarrollo de una cultura de calidad. Mc Graw Hill, México, 4ª ed.

CONACYT (2019). Programa Nacional de Posgrados de Calidad. Recuperado a partir de: <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/becas-y-posgrados/programa-nacional-de-posgrados-de-calidad>

Deming E. (2012). Calidad, productividad y competitividad. La salida de la crisis. Madrid: Díaz de Santos.

García J.A.L., Pérez A.M.G. & Martínez R.D. (2009). Gestión de indicadores en proyectos de software. Perspectivas actuales y futuras. Revista Cubana de Ciencias Informáticas, 3(3-4), 1925.

Marín Marín A.C. (2011). Formulación y evaluación de proyectos educativos. Recuperado a partir de: <http://repositorio.uned.ac.cr/reuned/bitstream/120809/351/1/GE5081%20Formulaci%C3%B3n%20y%20evaluaci%C3%B3n%20de%20proyectos%20educativos%20-%202011%20-%20Educaci%C3%B3n.pdf>

Menéndez M. & Gurmendi M.D. (2012). Sistemas para la toma de decisiones en el ámbito universitario. Coordinador Sistemas para la toma de decisiones—Consortio SIU, Directora Ejecutiva—Consortio SIU.

Ochoa M.B.Á., Valdés M.S. & Quevedo Y.A. (2007). Innovación, tecnología y gestión tecnológica. Acimed, 16(4).

Padrón del PNPC (2018). Consultado el primero de octubre de 2018: <http://svrtmp.main.conacyt.mx/ConsultasPNPC/padron-pnpc.php>

Palomares-Montero D., García-Aracil A. & Castro-Martínez E. (2008). Evaluación de las instituciones de educación superior: revisión bibliográfica de sistema de indicadores. Revista Española de Documentación Científica, 31(2), 205-229.

Salgado M.K.T. & Lebrún C.A.V. (2018). Arquitectura de indicadores estratégicos para elevar la calidad de los servicios médicos de los hospitales de alta especialidad. Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, (73), 84-94.

UAQ (P.I., 2019), UAQ, Primer Informe 2019, Dra. Margarita Teresa de Jesús García Gasca. Recuperado a partir de https://www.uaq.mx/docs/informes_rectoria/1er_informe_TGG/1er_Informe-Dra.Margarita_Teresa_de_Jesus_Garcia_Gasca.pdf

Vélez J. & Diana A. (2010). Evaluación de los resultados de implementación de proyectos de tecnología de información ERP SAP, en grandes empresas del Área Metropolitana de Medellín. Recuperado a partir de <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/112>

Vega A. (2005). Calidad de la Educación Universitaria y los Retos del Siglo XXI.

Voehl F., H. Harrington H., Mignosa J.C. & Charron R. (2016). The Lean Six Sigma black belt handbook: tools and methods for process acceleration. Recuperado a partir de: <https://books.google.com.mx/books?id=1sLMBQAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=DMAIC+open+source+book&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjlZez-OXkAhUEQawKHWC8Bq4Q6AEIXDAG#v=onepage&q&f=false>