

Modelos dimensionales adaptables con base en los factores de procesos académicos del modelo de acreditación institucional del CNA

Adaptable Dimensional Models based on the Academic processes factors of the CNA institutional accreditation model

David A. Fuentes-Vargas¹ Martha E. Mendoza-Becerra² Luis C. Gómez-Flórez¹

¹Universidad Industrial de Santander, Escuela de Ingeniería de Sistemas e Informática, Grupo de Investigación en Sistemas y Tecnologías de la Información (STI), Bucaramanga, Colombia.

²Universidad del Cauca, Facultad de Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones, Grupo de I+D en Tecnologías de la Información (GTI), Popayán, Colombia.

Resumen

En Colombia la entidad que se encarga de evaluar la calidad en la educación superior es el Consejo Nacional de Acreditación, el cual exige a las instituciones un informe de autoevaluación con datos cuantitativos, que muchas veces se convierte en un cuello de botella en este proceso debido a que los datos deben ser extraídos desde diversas fuentes. En este contexto, las Bodegas de Datos son una alternativa de solución, ya que permiten centralizar la información y apoyar la toma de decisiones. En este artículo se proponen siete modelos dimensionales enfocados en tres factores del CNA que se relacionan con Procesos Académicos: estudiantes, profesores y procesos académicos; y que son adaptables a los datos disponibles en las fuentes de las instituciones. Para el diseño de estos modelos, primero se revisó la literatura para identificar los modelos dimensionales existentes enfocados en procesos académicos. Luego se utilizó la metodología de desarrollo de DW para MiPymes, que permitió identificar los aspectos a evaluar de los factores de estudio de los lineamientos de acreditación, los requerimientos cuantitativos presentes en los informes de autoevaluación para estos factores, realizar un mapeo entre estos, y validar estos requerimientos por un grupo de expertas en acreditación. Luego se identificaron los modelos dimensionales a diseñar para cumplir con estos requerimientos y se validó la adaptabilidad de los mismos, por medio de un grupo de expertos en bodegas de datos, quienes consideraron que los siete modelos dimensionales propuestos tienen un grado de adaptabilidad del 100% a los requerimientos identificados, debido a que estos modelos pueden adaptarse a la información disponible en las instituciones de educación superior, con respecto a requerimientos más frecuentes, menos frecuentes y propuestos.

Abstract

In Colombia, the entity in charge of evaluating quality in higher education is the National Accreditation Council, which requires institutions to submit a self-evaluation report with quantitative data. This report often becomes a bottleneck because the data must be extracted from various sources. In this context, Data Warehouses are an alternative solution since they allow information to be centralized and support decision making. In this paper, seven dimensional models are proposed focused on three factors of the CNA related to Academic Processes: students, professors, and academic processes, which are adaptable to the data available in the institutions' sources. For these models' design, the literature was first reviewed to identify existing dimensional models focused on academic processes. Then, the DW development methodology for MSMEs was used, which allowed for the identification of the aspects to be evaluated of the study factors of the accreditation guidelines, the quantitative requirements present in the self-assessment reports for these factors, making a mapping between these factors, and validating these requirements by a group of accreditation experts. Then, the dimensional models to be designed to meet these requirements were identified. Their adaptability was validated by a group of experts in data warehouses, who considered that the seven proposed dimensional models have a 100% degree of adaptability to the identified requirements since these models can be adapted to the information available in the higher education institutions, with respect to more frequent, less frequent and proposed requirements.

Keywords:

Data warehouses, Dimensional modeling, Quality guidelines, Academic processes, Higher education

Palabras clave:

Bodegas de datos, Modelado dimensional, Lineamientos de calidad, Procesos académicos, Educación superior.

Cómo citar:

Fuentes-Vargas, D.A., Mendoza-Becerra, M.E., Gómez-Florez, L.C. Modelos dimensionales adaptables con base en los factores de procesos académicos del modelo de acreditación institucional del CNA. *Ingeniería y Competitividad*, 2023, 25(3); e-22213150. doi: <https://doi.org/10.25100/iyc.v25i3.13150>

Recibido: 08-16-23

Aceptado 10-13-23

Correspondencia:

davidafuentesv@gmail.com,
mmendoza@unicauca.edu.co,
lcmendezf@uis.edu.co

Este trabajo está licenciado bajo una licencia internacional Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-CompartirIgual4.0.

Conflicto de intereses:

Ninguno declarado



¿Por qué se realizó?

Durante el proceso de acreditación institucional se detectó la necesidad de centralizar y organizar los datos almacenados en las Instituciones de Educación Superior para poder llevar a cabo este proceso de una forma eficiente, los modelos dimensionales propuestos en este artículo son un insumo para facilitar este proceso y dar soporte a la toma de decisiones institucionales.

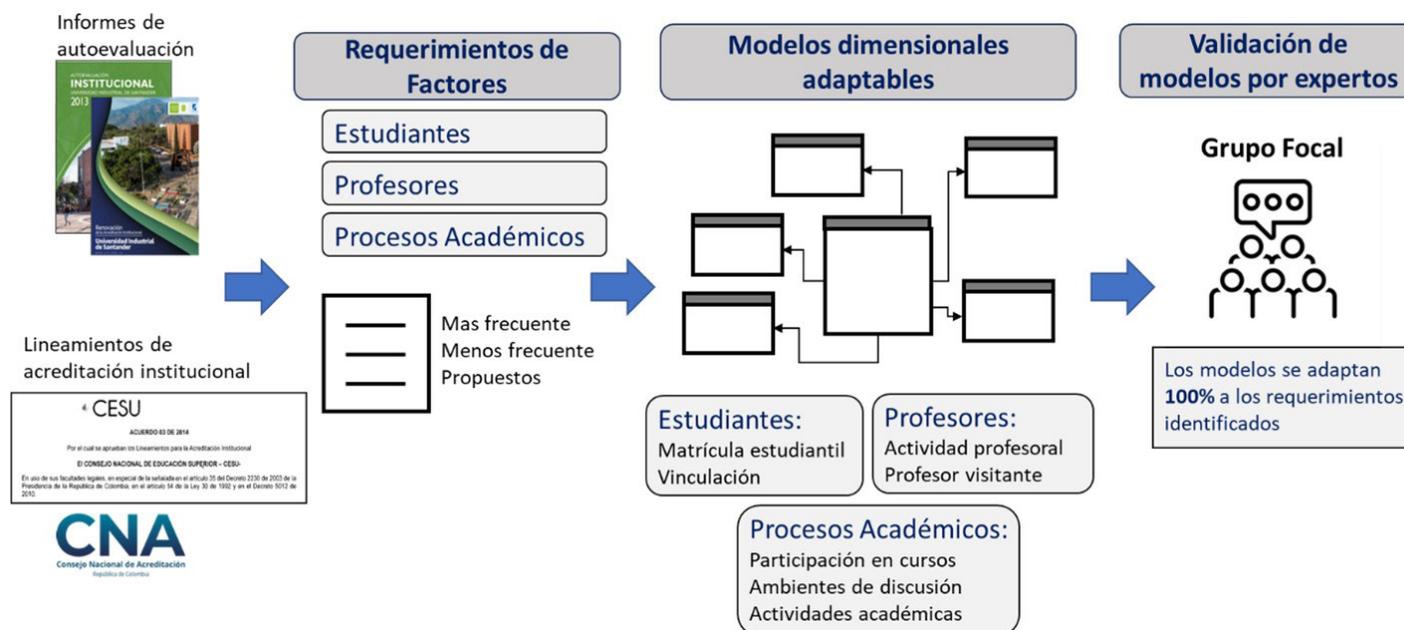
¿Cuáles fueron los resultados más relevantes?

Los siete modelos dimensionales adaptables a los procesos académicos basados en el modelo de acreditación institucional, los cuales fueron validados por tres expertos nacionales en acreditación y por tres expertos en modelado dimensional.

¿Qué aportan estos resultados?

Los siete modelos adaptables que se presentan en este artículo sirven como guía para que las Instituciones de Educación Superior a nivel nacional, gestionen la información relacionada con procesos académicos de una forma centralizada y basada en el proceso de acreditación institucional del CNA.

Graphical Abstract



Introducción

La entidad que evalúa la Educación Superior de alta calidad en Colombia es el Consejo Nacional de Acreditación (CNA) donde se establece si las Instituciones de Educación superior (IES) que se someten al proceso de acreditación cumplen con los doce factores consignados en el Acuerdo 03 del 2014 (1)(2), de los cuales tres se relacionan con Procesos Académicos: estudiantes, profesores y procesos académicos. Una de las etapas para recibir el reconocimiento en alta calidad es la presentación de un informe de autoevaluación con datos cuantitativos (3)(4). En la mayoría de las IES este es un trabajo que puede durar meses, ya que implica recolectar y centralizar datos que provienen de diferentes fuentes y es realizado casi de forma manual por un grupo de profesores que conforman el Comité de acreditación y/o la Oficina de Acreditación (5).

Una alternativa de solución que permite centralizar la información proveniente de diversas fuentes (bases de datos relacionales, archivos de EXCEL, etc.) son las Bodegas de Datos (DW, por sus siglas en inglés) (6), que apoyan la toma de decisiones por medio de reportes con gráficas que permitirían a las IES mejorar su desempeño (7).

Para el desarrollo de este artículo primero se revisaron los modelos dimensionales enfocados en procesos académicos existentes en la literatura usando la propuesta de (8). Luego se utilizaron las fases de Análisis y Diseño de la metodología de desarrollo de DW para MiPymes (9). En la fase de Análisis, de los factores relacionados con procesos académicos de los lineamientos de acreditación se identificaron los aspectos cuantitativos a evaluar y de los informes de autoevaluación los requerimientos cuantitativos presentes para satisfacer dichos factores. Luego se realizó un mapeo entre los aspectos a evaluar y los requerimientos, los cuales fueron validados por un grupo de expertas en acreditación del CNA. En la fase de Diseño, se identificaron los modelos dimensionales a diseñar, contemplando que sean adaptables a los requerimientos más utilizados por las IES públicas en los informes de autoevaluación, pero también a los menos frecuentes, que son requeridos solo si la institución tiene suficiente información, además, algunos requerimientos propuestos por los autores y las expertas en acreditación que pueden ser útiles para brindar más información al CNA en el informe. Finalmente se validó la adaptabilidad de los modelos propuestos a estos requerimientos, por medio de un grupo de expertos en modelado de bodegas de datos.

Este artículo presenta en primer lugar la metodología, después describen los siete modelos obtenidos con una validación realizada por tres expertos en modelado a través de un grupo focal y por último se presentan las conclusiones y el trabajo futuro.

Metodología

Para el desarrollo de este artículo se utilizó una metodología para la revisión de la literatura de modelos dimensionales enfocados en procesos académicos y otra para el diseño de los modelos propuestos.

Revisión de literatura

La revisión de la literatura se realizó utilizando la planeación propuesta por (8), en la cual se identificaron modelos dimensionales enfocados en procesos académicos (ver tabla 1), y su relación con los modelos propuestos en esta investigación, además si los estudios fueron evaluados.

Tabla 1. Síntesis de literatura relacionada con modelos dimensionales para procesos académicos en IES

Ref. Año	Modelos dimensionales estudios	Relación con modelos propuestos	Evaluación
(10) 2018	Notas	Matrícula Estudiantil	No
(11) 2018	Docencia	Actividad Profesoral	Sí
(12) 2018	Registro académico	Matrícula Estudiantil	Sí
(13) 2018	Estudiantes y cursos	Matrícula Estudiantil	No
(14) 2018	Matricula	Matrícula Estudiantil	No
(15) 2018	Estudiante	Matrícula Estudiantil	No
(16) 2018	Admisión y pago matrícula	Matrícula Estudiantil	Sí
(17) 2020	Notas semestrales y notas por componente	Matrícula Estudiantil	Sí
(18) 2020	Registro de estudiante	Matrícula Estudiantil	No
(19) 2022	Inscripciones	Matrícula Estudiantil	No

Como se puede observar en la tabla 1 la mayoría de los modelos que presentan los estudios se enfocan en información relacionada con la Matrícula Estudiantil (90%) y solo uno en Actividad profesoral (10%). Además, ninguno de los estudios plantea modelados dimensionales para un sistema de aseguramiento de calidad, como es el caso del proceso de acreditación y los informes de autoevaluación que son considerados en esta investigación.

Por otro lado, se observa que solo el 40% de los resultados de estos estudios fueron validados, lo cual no permite establecer si los modelos se ajustan a las necesidades planteadas en los mismos. En esta investigación, los requerimientos identificados fueron validados por expertas en acreditación a nivel nacional y la adaptación de los modelos dimensionales propuestos a estos requerimientos por expertos en modelado dimensional de DW.

Diseño de los modelos dimensionales propuestos

Para el diseño de los modelos dimensionales se utilizó las Fase de Análisis y diseño de la metodología de desarrollo de DW para MiPymes (MBD) (9), la cual se plantea para grupos de trabajo pequeños permitiendo el manejo de pocos roles y artefactos. La Fase de análisis está compuesta por las sub-fases de Recolección de requerimientos y Diseño.

Sub-fase de Recolección de requerimientos

En esta sub-fase se realizaron las siguientes actividades:

Se identificaron del modelo de acreditación del CNA los aspectos a evaluar con datos cuantitativos para los factores relacionados con procesos académicos que son: estudiantes, profesores y procesos académicos (ver tabla 2).

Tabla 2. Aspectos a evaluar de los factores: estudiantes, profesores y procesos académicos del CNA

Factor	Aspectos a evaluar	
Estudiantes	Criterios para la admisión y permanencia Estrategias de integración de estudiantes a la institución Deserción, análisis de causas y estrategias	Criterios para asignación de apoyos Programas como monitorias, asistencia de investigación, matrícula de honor, entre otras.
Profesores	Suficiencia del cuerpo profesoral Calidad de los profesores por títulos y experiencia Mecanismos de contratación Responsabilidades en docencia, investigación, proyección social y asesorías Diversidad del cuerpo profesoral por origen institucional Adecuada distribución de labores asignadas	Criterios de vinculación y evaluación docente Estructuración de categorías académicas Cobertura, calidad y pertinencia del Desarrollo profesoral Criterios de reconocimiento al ejercicio calificado de las funciones misionales Interacción académica con comunidades nacionales e internacionales
Procesos Académicos	Existencia de ambientes de discusión Eficiencia de procesos y mecanismos de evaluación y actualización de currículos	Eficacia /de políticas y estrategias institucionales sobre dominio de lenguas extranjeras Uso eficiente de Tecnologías de la Información y la Comunicación.

Se identificaron los requerimientos cuantitativos relacionados con los procesos académicos que se presentaban en los dieciocho informes revisados de autoevaluación institucional de las IES públicas, clasificándolos, dependiendo de su ocurrencia en estos informes, de la siguiente forma: los más frecuentes que se repiten en más de cinco; los menos frecuentes, que se repiten de tres a cinco; los propuestos, sugeridos por los autores y las expertas en acreditación. Esta categorización permite que los modelos sean adaptables a la disponibilidad de los datos, de esta forma, una IES puede usar solo los requerimientos más frecuentes o manejar una versión más extensa del modelo dimensional que incluya los menos frecuentes y propuestos.

Se realizó un mapeo entre los requerimientos identificados en los informes y los aspectos a evaluar de la tabla 2, los cuales fueron revisados y validados por un grupo de expertas (EA1, EA2 y EA3), quienes plantearon algunos requerimientos adicionales. El cargo, formación académica y experiencia de las expertas se presenta en la tabla 3.

Tabla 3. Expertas en procesos de acreditación de calidad del CNA

ID Experto	Cargo	Formación	Experiencia
EA1	Docente Planta - Universidad Industrial de Santander.	PhD en Gestión de la Innovación Tecnológica	Diez años de experiencia en acreditación de programas e institucional
EA2	Coordinación de Evaluación de la Calidad Académica – Universidad Industrial de Santander.	Ingeniera de Sistemas.	Diez años de experiencia en evaluación de calidad educativa.
EA3	Dirección de Evaluación de la Calidad Académica – Universidad Industrial de Santander.	PhD en Ingeniería de Telecomunicaciones.	Cinco años de experiencia como Consejera del CNA a nivel nacional

Se definieron los requerimientos finales que serían el insumo para el diseño de los modelos dimensionales propuestos. En la tabla 4, para el factor de Estudiantes se detallan estos requerimientos (los cuales son nombrados con la palabra REQ y un número), teniendo en cuenta su frecuencia, así: MAS F para los más frecuentes, MENOS F para los menos frecuentes, PROP AUTORES para los propuestos por los autores y PROP EXPERTAS para los propuestos por las expertas en acreditación.

Tabla 4. Requerimientos de factor de estudiantes

Aspecto a evaluar	Requerimiento
Admisión y permanencia	<p>MAS F Número de estudiantes inscritos (REQ1), admitidos (REQ2) y de primera matrícula (REQ3). Índice de selectividad (REQ4) y absorción (REQ5).</p> <p>MENOS F Índice de vinculación (REQ6).</p>
Estrategias de integración de estudiantes	<p>MAS F Número de indígenas inscritos (REQ7).</p> <p>MENOS F Número de estudiantes afrocolombianos (REQ8), provenientes de municipios de difícil acceso (REQ9), reinsertados (REQ10), desplazados (REQ11) y discapacitados (REQ12). Porcentaje de estudiantes por estrato (REQ13).</p> <p>PROP EXPERTAS Número de estudiantes de población negra (REQ14), palenquera (REQ15) y raizal (REQ16) (archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), departamentos donde no hay IES (REQ17), víctimas o desmovilizados del conflicto armado (REQ18). Porcentaje de estudiantes de población negra (REQ19), afrocolombianos (REQ20), palenquera (REQ21) y raizal (REQ22) (archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina), departamentos donde no existen IES (REQ23), provenientes de municipios de difícil acceso (REQ24), víctimas (REQ25) o desmovilizados del conflicto armado (REQ26), reinsertados (REQ27), desplazados (REQ28) y discapacitados (REQ29) por estrato.</p>
Deserción	<p>MAS F Porcentaje de deserción (REQ30). Número de estudiantes desertores (REQ31).</p> <p>MENOS F Porcentaje de retención (REQ32). Número de graduados (REQ33). Número de estudiantes matriculados (REQ34).</p>
Asignación de apoyos	<p>MAS F Número de estudiantes con matrícula de honor (REQ35), becas por deporte y cultura (REQ36), becados (REQ37) por estrato, facultad, nivel de programa, sede, modalidad, periodo y año.</p> <p>PROP AUTORES Número de estudiantes con estímulos académicos (internos: estudiante distinguido, crédito condonable, summa cum laude, cum laude, excelencia SABER PRO; externos: Generación E-Excelencia) (REQ38) y apoyos de bienestar (internos: estímulos de alimentación, residencia, subsidios en pago de matrícula; externos: Generación E-Equidad) (REQ39).</p> <p>PROP EXPERTAS Porcentaje de estudiantes con estímulos académicos o apoyos de bienestar (REQ40).</p>
Programas de monitoria, asistencia de investigación, matrícula de honor, entre otras.	<p>MENOS F Número de estudiantes con estímulo de monitor (REQ41). Número de estudiantes con estímulos académicos internos: asistencia de investigación, matrícula de honor, condonación de créditos por año (REQ42).</p>

Sub-fase de Diseño

En esta sub-fase se realizaron las siguientes actividades:

Se definieron los modelos dimensionales que se debían diseñar partiendo de los requerimientos identificados en la sub-fase anterior. En la tabla 5 se presenta el mapeo entre los modelos propuestos para el Factor de Estudiantes y los requerimientos identificados.

Tabla 5. Mapeo Modelos dimensionales propuestos del Factor Estudiante vs Requerimientos identificados

Modelo Dimensional	Requerimiento
Matrícula Estudiante	Mas f: req1, req2, req3, req4, req5, req7, req30, req31, req35, req36, req37. Menos f: req8, req9, req10, req11, req12, req13, req32, req33, req34, req41, req42. Prop autores: req38 y req39. Prop expertas: req14, req15, req16, req17, req18, req19, req20, req21, req22, req23, req24, req25, req26, req27, req28, req29, req40.
Vinculación	Menos f: req6.

Se definió la matriz bus, la cual presenta los modelos dimensionales y las dimensiones involucradas en cada modelo, permitiendo identificar aquellas que son conformadas.

Se definieron los atributos de cada dimensión, identificando los usados para los requerimientos más frecuentes, menos frecuentes y los propuestos.

Se definieron las medidas de cada modelo dimensional, identificando las usadas para los requerimientos más frecuentes, menos frecuentes y los propuestos; además la existencia de medidas que debían ser generadas en los cubos.

Resultados

Se presentan los siete modelos dimensionales propuestos y la validación de su adaptabilidad a los requerimientos por medio de un grupo focal.

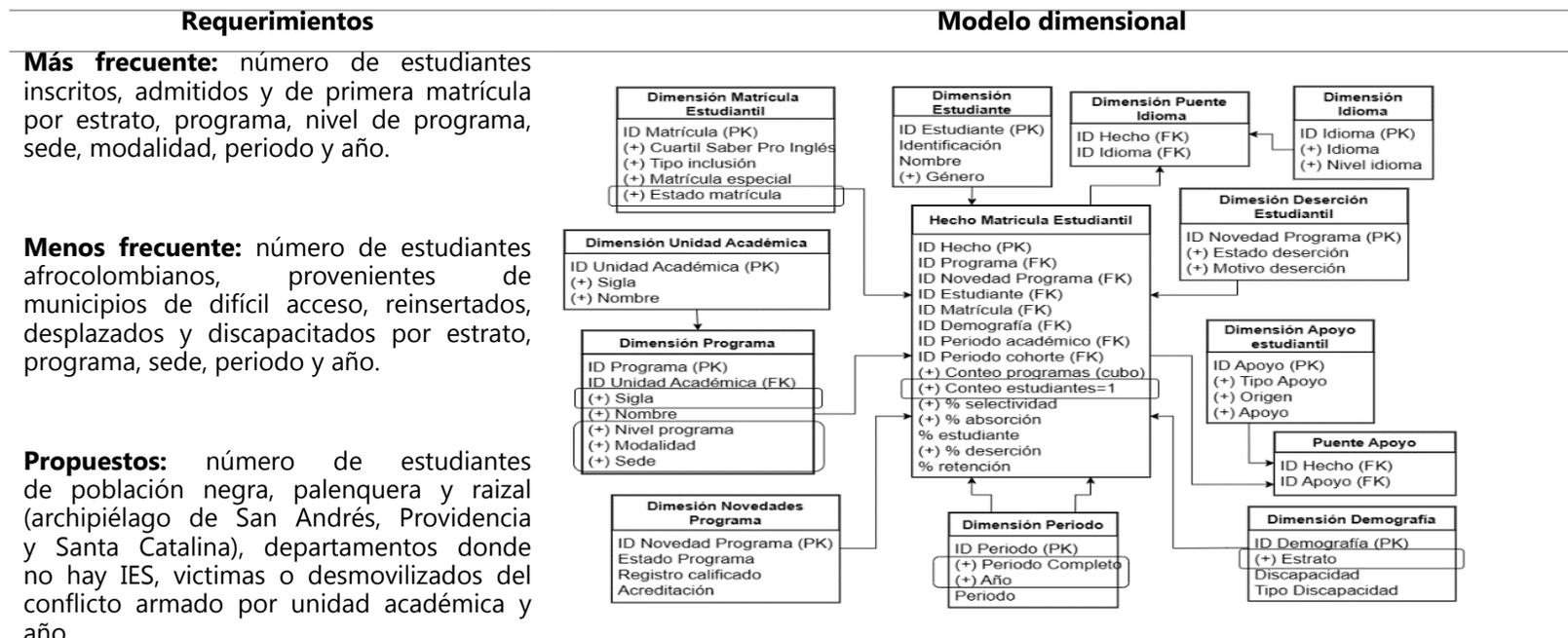
Modelos dimensionales

Los siete modelos dimensionales adaptables propuestos se presentan desde la tabla 6 a la tabla 12, junto a un requerimiento más frecuente, menos frecuente y propuesto (si es el caso); en estas tablas se colocan en un recuadro, las medidas y dimensiones necesarias para cumplir el primer requerimiento presentado en letra cursiva en la tabla. Las medidas y atributos que al inicio presentan el signo (+) corresponden a los requerimientos menos frecuentes y propuestos; las demás a los requerimientos más frecuentes. Esta distinción se hace con el objetivo de evidenciar la adaptabilidad del modelo, permitiendo a la IES decidir si usará el modelo completo o solo las medidas y atributos sin el signo (+).

Factor Estudiantes

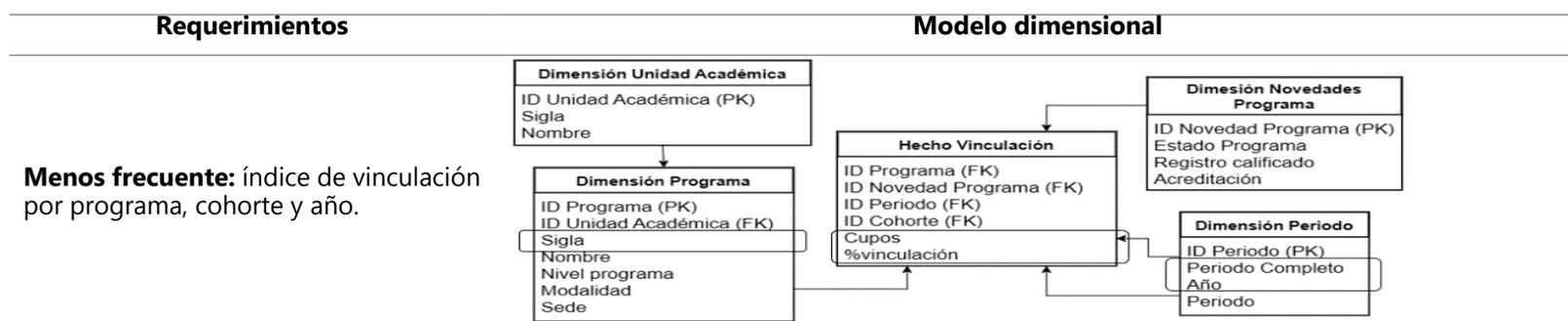
El primer modelo dimensional propuesto es el de Matrícula Estudiantil (ver tabla 6) que presenta la sub-dimensión Unidad académica de Programa, un juego de roles en la dimensión Periodo y dimensiones de varios a varios en Apoyo Estudiantil e Idioma. Este modelo también se puede utilizar para cumplir requerimientos del Factor de Procesos académicos.

Tabla 6. Requerimientos y modelo matrícula estudiantil



El segundo modelo dimensional de Vinculación (ver tabla 7), presenta una subdimensión Facultad de Programa y un juego de roles en la dimensión Periodo.

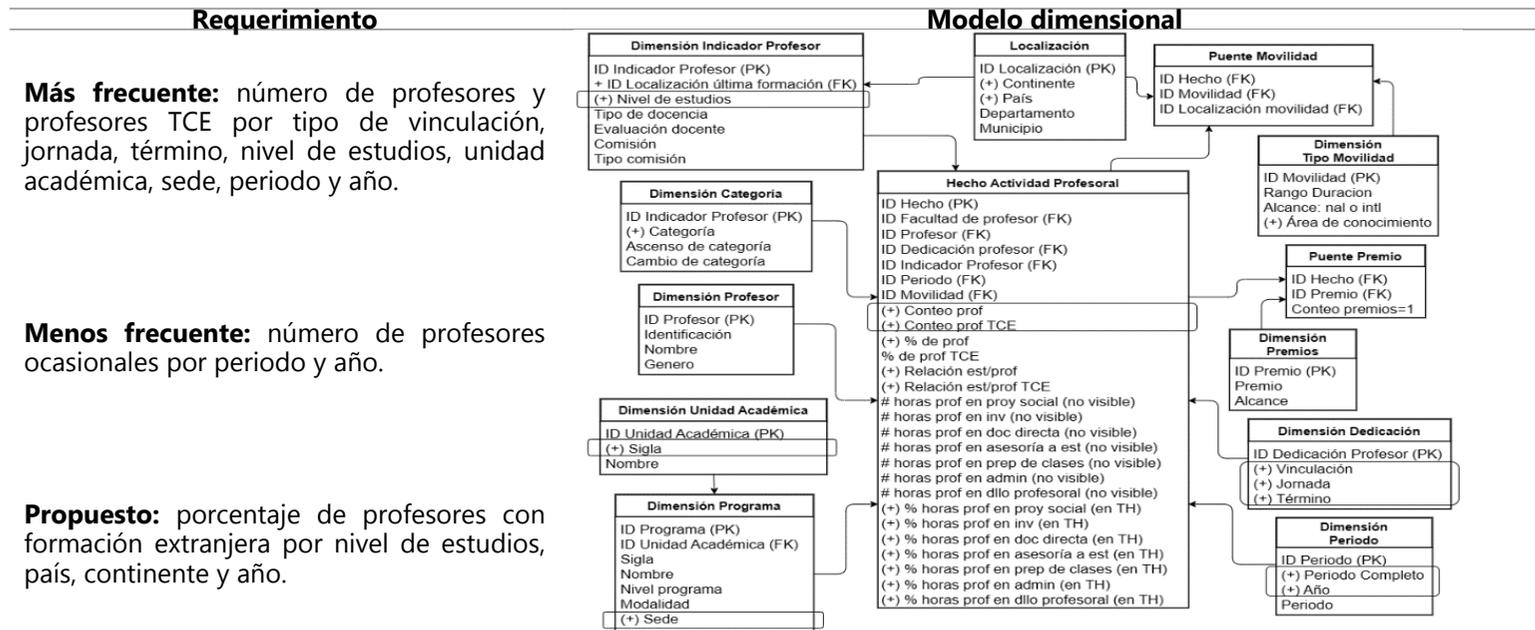
Tabla 7. Requerimientos y modelo vinculación



Factor Profesores

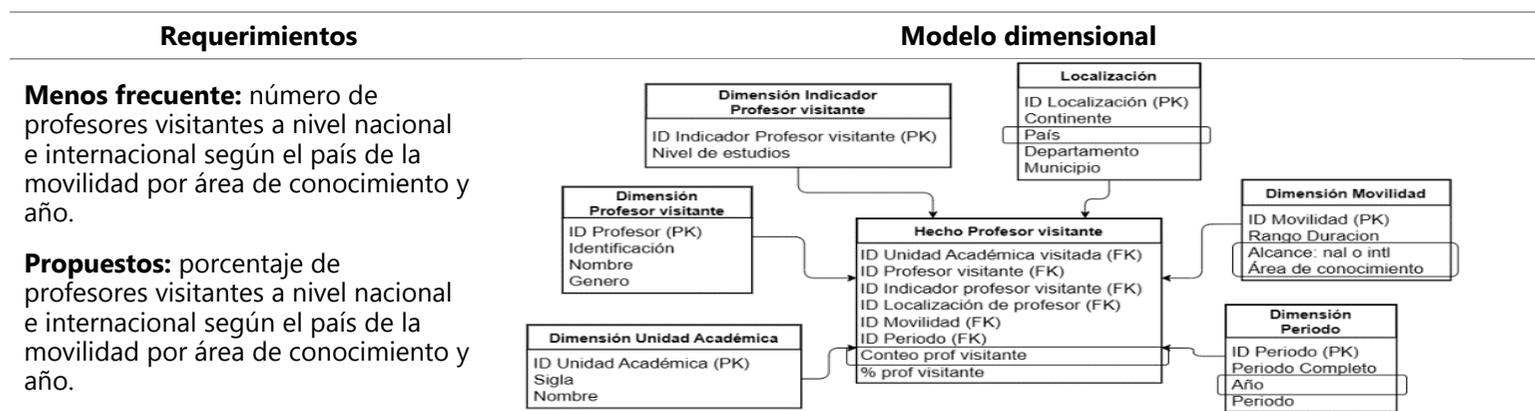
En este factor se propone el modelo dimensional Actividad Profesoral (ver tabla 8) el cual tiene las subdimensiones Unidad Académica de la dimensión Programa y Localización de la dimensión Indicador Profesor. También se presentan las dimensiones varios a varios de Puente Movilidad (entre Localización, Tipo Movilidad y la TH) y Premio (entre Premios y la TH).

Tabla 8. Requerimientos y modelo actividad profesoral



Otro modelo dimensional propuesto es Profesor visitante (ver tabla 9), que presenta la mini-dimensión Indicador Profesor visitante.

Tabla 9. Requerimientos y modelo profesor visitante



Además, se propone el modelo Participación en Cursos (ver tabla 10), el cual contempla una mini-dimensión Indicador Persona y la sub-dimensión Unidad Académica de la dimensión Programa. Este modelo también se puede utilizar para cumplir requerimientos del Factor de Procesos académicos.

Tabla 10. Requerimientos y modelo participación en cursos

Requerimiento	Modelo dimensional
Más frecuente: número de estudiantes en cursos de lengua extranjera por nivel de formación, unidad académica, sede, modalidad, periodo y año.	
Menos frecuente: número de profesores en cursos de lengua extranjera por idioma, sede, modalidad, periodo y año.	
Propuestos: porcentaje de estudiantes que aprueban cursos de lengua extranjera por nivel de formación, unidad académica, sede, modalidad, periodo y año.	

Factor Procesos académicos

En este factor se propone el modelo dimensional Ambientes de discusión (ver tabla 11) y finalmente, el modelo Actividades académicas (ver tabla 12), presenta una mini-dimensión Indicador persona.

Tabla 11. Requerimientos y modelo de ambientes de discusión

Requerimientos	Modelo dimensional
Más frecuente: número de eventos de discusión: congresos, seminarios, coloquios, simposio, foros, charlas, debates, talleres y conferencias por facultad y año.	

Tabla 12. Requerimientos y modelo actividades académicas

Requerimientos	Modelo dimensional
Propuestos: número de profesores y estudiantes que participan en actividades académicas (asignaturas impartidas, evaluaciones, biblioteca virtual, capacitaciones) apoyadas en TIC al año.	

Validación de los modelos dimensionales

La adaptabilidad de los modelos dimensionales propuestos se validó por medio de un grupo focal de expertos en modelado de DW (EM1, EM2 y EM3). El cargo, formación académica y experiencia de los estos se presenta en la Tabla 13.

Tabla 13. Expertos en modelado de DW

ID	Cargo	Formación	Experiencia
EM1	Arquitecto de Datos – PRAGMA S.A.	Master en Data Science.	
EM2	Docente de DW – Universidad Nacional de Colombia.	PhD en Computer Science.	Más de cinco (5) años de experiencia en modelado dimensional de proyectos de DW.
EM3	Docente de DW – Universidad del Magdalena.	PhD en Computer Science.	

Antes de la sesión del grupo focal, se les envió a los expertos por correo electrónico un material de lectura con el detalle de los modelos dimensionales. Durante esta sesión se realizó una presentación de cada modelo, con un espacio para observaciones y sugerencias por parte de los expertos, quienes finalmente valoraron la adaptabilidad del modelo basado en la sub-característica de adaptabilidad de la norma ISO/IEC 25010 (20), por medio del cuestionario de la tabla 14, compuesto por preguntas cerradas y abiertas. Las preguntas cerradas de este cuestionario se realizaron por cada modelo dimensional propuesto, para evaluar la adaptación a los requerimientos que se repiten con más frecuencia (pregunta 1), propuestos por el autor y los expertos en acreditación (pregunta 2) y que se repiten con menos frecuencia (pregunta 3).

Tabla 14. Preguntas evaluación de los expertos en DW

ID	Preguntas cerradas
1	¿Considera que el modelo dimensional propuesto para este factor se adapta a los requerimientos que se repiten con más frecuencia en los informes de acreditación?
2	¿Considera que el modelo dimensional propuesto para este factor se adapta a los requerimientos propuestos por el autor y los expertos en acreditación institucional?
3	¿Considera que el modelo dimensional propuesto para este factor se adapta a los requerimientos que se repiten con menos frecuencia en los informes de acreditación?
4	¿Considera que el modelo permite apoyar la toma de decisiones estratégicas institucionales?
ID	Preguntas abiertas
5	¿Considera que se deben agregar elementos al modelo dimensional presentado? En caso afirmativo ¿cuáles y por qué?
6	¿Considera que se deben modificar elementos del modelo dimensional presentado? En caso afirmativo ¿cuáles y por qué?
7	¿Considera que se deben eliminar elementos del modelo dimensional presentado? En caso afirmativo ¿cuáles y por qué?
8	¿Tiene algún comentario adicional acerca del modelo dimensional?

Los resultados del grupo focal se presentan en la figura 1, donde se muestra que, para las preguntas 1, 2, 3 y 4, los tres expertos respondieron "Totalmente de acuerdo". Esto sugiere que, según el grupo de expertos, los modelos se adaptan en un 100% a los requerimientos identificados y pueden servir como soporte para la toma de decisiones estratégicas.

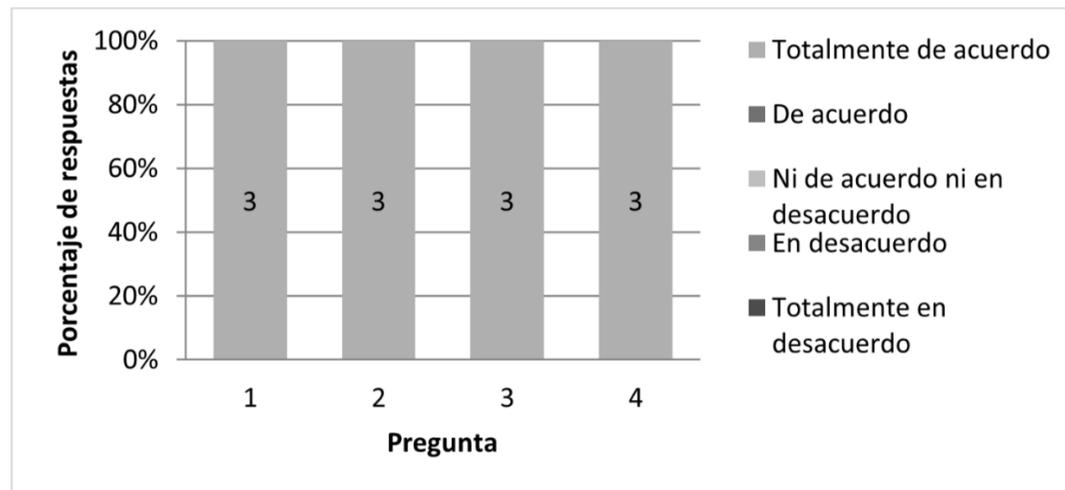


Figura 1. Respuestas a preguntas cerradas

Respecto a las preguntas abiertas de la tabla 14, se efectúan las acciones de mejora sugeridas por los expertos, las cuales se presentan en la tabla 15.

Tabla 15. Justificación y acciones de mejora de los expertos

ID de Experto	Comentario	Acción de mejora / Justificación
EM1	Almacenamiento de medidas derivadas. Renombrar la tabla de hechos de estudiantes	Las medidas derivadas son manejadas con reportes estándar para evitar afectar el resultado Se renombra como matricula estudiantil
EM2	Agregar estado de reserva de cupo. Renombrar la tabla de hechos de profesores	Se agrega atributo reserva de cupo en el modelo de actividad profesoral Se renombra como Actividad profesoral
EM3	Renombrar la tabla de hechos de cursos	Se renombra como Participación en cursos

Conclusiones

En este artículo se proponen siete modelos dimensionales adaptables que utilizan como base los requerimientos cuantitativos de los aspectos a evaluar de los factores de procesos académicos (estudiantes, profesores, procesos académicos) contenidos en el acuerdo 03 de 2014, los dieciocho informes de autoevaluación disponibles presentados al CNA por las IES públicas, los elementos de modelado encontrados en la literatura, y la opinión de expertos en la acreditación. Estos modelos dimensionales están diseñados para que las IES puedan adaptarlos de acuerdo con la información que tengan disponible en sus fuentes de datos, siendo un soporte para la futura toma de decisiones estratégicas.

En la revisión de la literatura se encontró que el enfoque principal de los modelos dimensionales se enmarca en estudiantes y muy poco en profesores, además, no contempla lineamientos de acreditación de calidad en la educación superior.

Por medio de un grupo focal conformado por expertos en modelado de DW se realizó la validación de los modelos dimensionales adaptables propuestos, cuyo concepto fue que el 100% de los modelos se adaptan a los requerimientos más frecuentes, menos frecuentes y propuestos por los autores y las expertas en acreditación.

Como trabajo futuro, se plantea realizar validaciones de los modelos dimensionales en un grupo focal más amplio, es decir, con la participación de más IES del país. También proponer modelos basados en otros factores del CNA e implementarlos, para permitir la generación de los informes solicitados en los procesos de acreditación institucional.

Agradecimientos

A la Universidad del Cauca y a la Universidad Industrial de Santander por financiar parcialmente el desarrollo de esta investigación.

Referencias Bibliográficas

1. Consejo Nacional de Acreditación, "Acuerdo 03 de 2014," [Internet]. Bogotá, p. 32, 2014. [citado 15 junio 2022]. Disponible en: https://www.cna.gov.co/1779/articles-401372_norma.pdf
2. Consejo Nacional de Acreditación, "Fases proceso acreditación Institucional," [Internet], 2023; [citado 20 junio 2022]. Disponible en: https://www.cna.gov.co/1779/w3-article-402695.html?_noredirect=1
3. Consejo Nacional de Acreditación, "Autoevaluación De Programas Académicos E Instituciones De Educación Superior," [Internet], pp. 1–28, 2021; [citado 10 julio 2022]. Disponible en: https://www.cna.gov.co/1779/articles-404163_norma.pdf
4. Consejo Nacional de Acreditación, and Comisión Permanente del Sistema de Aseguramiento de la calidad, "Acuerdo 02 que actualiza el modelo de acreditación en alta calidad," [Internet], pp. 1–63, 2020; [citado 10 julio 2022]. Disponible en: <https://www.cna.gov.co/portal/>
5. J. E. Martínez, S. Tobón, and A. Romero, "Problemáticas relacionadas con la acreditación de la calidad de la educación superior en América Latina," *Innovación Educ.*, vol. 17, no. 73, pp. 79–96, 2017.
6. G. E. Silva Peñafiel, V. M. Zapata Yáñez, K. P. Morales Guamán, and L. M. Toaquiza Padilla, "Análisis de metodologías para desarrollar Data Warehouse aplicado a la toma de decisiones," *Cienc. Digit.*, vol. 3, no. 3.4, pp. 397–418, 2019, doi: <https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i3.4..922>.
7. R. Kimball and M. Ross, *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling*, 3d ed. John Wiley & Sons, Inc., 2013.
8. M. E. Mendoza, L. Durán, and N. Rivera, "MBD 1.0. Metodología de Desarrollo de Bodegas de Datos Para Micro, Pequeñas y Medianas Empresas," *UIS Ing.*, vol. 9, no. 1, pp. 85–101, 2010.
9. B. Kitchenham and P. Brereton, "A systematic review of systematic review process research in software engineering," *Inf. Softw. Technol.*, vol. 55, no. 12, pp. 2049–2075, 2013, doi: [10.1016/j.infsof.2013.07.010](https://doi.org/10.1016/j.infsof.2013.07.010).
10. W. Boulila, M. Al-kmalí, M. Farid, and H. Mugahed, "A business intelligence based solution to support academic affairs: case of Taibah University," *Wirel. Networks*, vol. 3, 2018, doi: <https://doi.org/10.1007/s11276-018-1880-3>
11. F. Medina, F. Fariña, and W. Castillo-Rojas, "Data Mart para obtención de indicadores de productividad académica en una universidad," *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, vol. 26, pp. 88–101, 2018, doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052018000500088>.

12. I. Sutedja, P. Yudha, N. Khotimah, and C. Vasthi, "Building A Data Warehouse to support Active Student Management : Analysis and Design," International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), Jakarta, Indonesia, 2018, pp. 460–465, 2018.
13. E. Chandra, A. S. Girsang, R. Hadinata and S. M. Isa, "Analysis Students' Graduation Eligibility Using Data Warehouse," 2018. International Conference on Information Management and Technology (ICIMTech), Jakarta, Indonesia, 2018, pp. 61-64, doi: 10.1109/ICIMTech.2018.8528119.
14. M. Sánchez Peralta, "Business Intelligence in E-Learning, a Case Study of an Ecuadorian University," 2018. XIII Latin American Conference on Learning Technologies (LACLO), Sao Paulo, Brazil, 2018, pp. 29-32, doi: 10.1109/LACLO.2018.00016.
15. A. Maia, F. Portela and M. F. Santos, "Web Intelligence in Higher Education: A Study on the Usage of Business Intelligence Techniques in Education," 2018. 6th International Conference on Future Internet of Things and Cloud Workshops (FiCloudW), Barcelona, Spain, 2018, pp. 176-181, doi: 10.1109/W-FiCloud.2018.00034.
16. A. A. Yulianto and Y. Kasahara, "Data Warehouse System for Multidimensional Analysis of Tuition Fee Level in Higher Education Institutions in Indonesia," 2020. International Journal of Advanced Computer Science and Applications, vol. 11, no. 6, pp. 541-550
17. D. Urrea Pito, E. Cerón Moreno, and M. Mendoza Becerra, "Bodega de datos con alta capacidad de análisis para el desempeño académico de Universidades,". Investigación e Innovación en Ingenierías: Numero especial - XV Jornadas iberoamericanas de Ingeniería de Software e Ingeniería del Conocimiento - JIISIC. 2020, Nov. 2020, vol. 8, no. 3, pp. 102–118. doi: 10.17081/invinno.8.3.4707.
18. C. U. Serasinghe, D. C. R. Jayakody, K. T. M. N. Dayananda and D. Asanka, "Design and Implementation of Data Warehouse for a Higher Educational Institute in Sri Lanka," 2021 6th International Conference for Convergence in Technology (I2CT), Maharashtra, India, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/I2CT51068.2021.9417820.
19. I. A. Najm et al., "OLAP Mining with Educational Data Mart to Predict Students' Performance," Informatica, vol. 46, no. 5, pp. 11–19, 2022, doi: 10.31449/inf.v46i5.3853.
20. ISO/IEC, "International Standard ISO/IEC 25010," 2011.