

Universidad de las Ciencias Informáticas

Facultad 3



“Modelo de datos multidimensional de una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica en la Subdirección de Investigación y Postgrado de CEGEL de la Facultad 3”

**Trabajo de Diploma para optar por el título de  
Ingeniero en Ciencias Informáticas**

**Autor:** Lisbeth Guerrero Rodríguez

**Tutor:** Ing. Yelaine Ruz Pérez

**Co-tutor:** Ing. Carlos Y. Jiménez Ramírez

La Habana, junio 2012



# DECLARACIÓN DE AUTORÍA

---

## DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Por este medio declaro que soy el único autor de este trabajo y autorizo a la Facultad 3 de la Universidad de las Ciencias Informáticas a hacer uso del mismo en su beneficio.

Para que así conste firmamos la presente a los \_\_\_\_ días del mes de \_\_\_\_\_ del año \_\_\_\_.

\_\_\_\_\_  
Autor: Lisbeth Guerrero Rodríguez

\_\_\_\_\_  
Tutor: Ing. Yelaine Ruz Pérez

\_\_\_\_\_  
Co-tutor: Ing. Carlos Y. Jiménez Ramírez

### AGRADECIMIENTOS

**A** mis padres por darme la vida, las fuerzas necesarias y el ánimo para convertirme en la persona que hoy soy, por creer en mí y en el empeño que le pongo a las cosas que hago, por su sacrificio. A ti mamá por enseñarme a ser fuerte, independiente y enseñarme valores tan importantes como la honestidad y la lealtad, por tu empeño en hacer de mí una mujer preparada para la vida, una mujer de bien. A ti papá por estar pendiente de mí en estos 5 años que he estado tan lejos, por tus consejos y tu cariño.

**A** mis hermanos Robier e Iván por cuidarme siempre.

**A** mis abuelos, que formaron parte importante en mi formación, especialmente papi y mami.

**A** mis tíos Nini, Tita, Roberto y Deyvis por apoyarme y darme ánimos, por darme un empujoncito en los momentos que flaqueé, por sus consejos.

**A** mis primos Liudmila, David, Richard, por alegrarme los días nublados.

**A** mi novio Reinier por apoyarme en cada momento que dudé, por darme el amor y la comprensión en el momento adecuado, por ser la luz que me guía, por ser mi amigo, por estos maravillosos 4 años de relación.

**A** mis queridos suegros Nerys y Ramón por ser mis segundos papás.

**A** la familia de Reinier por acogerme como una integrante más, por su cariño y afecto.

**A** mis compañeros de estudio y de beca que nunca olvidaré y con los que pasé momentos para recordar, a Deysi, Lisandra, Yaidel, Toni, Doannis, Darío, Yasmany, Buty, Yoandra, Irmel, Yoslenis, Roberto, Liván, Manuel, Yudit, Adrián, Juan Carlos, .

**A** mi querida amiga y hermana Yani, por demostrarme que la distancia no es un factor para olvidar a las buenas amistades, por estar ahí en los momentos buenos y los momentos malos, por enseñarme que aunque pierdas lo que más quieres y admiras en el mundo, debes seguir adelante y ser fuerte para las demás personas.  
Que la fe y la esperanza aparecen cuando piensas que todo se ha perdido.

**A** mis amigos Ivelisse, Yoandri, Yoander, Arianna, Ibeth, Yisel, Yosvani, Roberto, Lianet, los mellizos, Jesús, por tantos momentos inolvidables.

**A** todos los profesores que contribuyeron con mi formación como profesional, por enseñarme a aprender.

**Al** profesor Julio, que sin ser mi tutor me guió y me ayudó a desarrollar la tesis.

**A** mi oponente Ana Cecilia y al tribunal.

**A** mis tutores Yelaine y Carlos Yaniel por su ayuda.

**A** todos los que he conocido a lo largo de mi estancia en la UCI.

DEDICATORIA

*A mis padres Iris y Robier por su confianza,  
amor infinito y por estas años de sacrificio y esfuerzo.*

*A la Revolución y a Fidel  
que sin ellos hoy mi sueño no se estaría cumpliendo.*

## RESUMEN

Los rankings de universidades permiten posicionar a estas instituciones en el lugar que les corresponde según la metodología que emplean y los indicadores que utilizan para realizar las clasificaciones. Actualmente la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se encuentra en el lugar 4464 del Ranking Web Mundial de Universidades y en la posición 548 (de Iberoamérica) y en la 445 (de Latinoamérica) del Ranking Iberoamericano SCImago Institutions Ranking (SIR) 2012.

La tecnología del Proceso Analítico en Línea (OLAP<sup>1</sup> por sus siglas en inglés) permite profundizar y analizar la información de una empresa, y brindar rápidas respuestas a complejas preguntas, para interpretar la situación del negocio y tomar decisiones. Las herramientas OLAP utilizan modelos multidimensionales. En el presente trabajo se propone un modelo de datos multidimensional de una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica en la Subdirección de Investigación y Postgrado del Centro de Gobierno Electrónico (CEGEL) de la facultad 3. Para realizar la confección del modelo de datos, se seleccionaron los indicadores de ciencia y técnica luego de realizar un análisis entre los que se miden en el Balance de Ciencia y Técnica de la facultad 3 y los que se miden para realizar las clasificaciones a las que se hizo mención al inicio. Finalmente se validó el modelo multidimensional y la información contenida en éste a través del método Delphi.

## **PALABRAS CLAVES**

Ranking, indicadores, OLAP, modelo multidimensional

---

<sup>1</sup> On-Line Analytical Processing



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....</b>	<b>6</b>
1.1    Introducción .....	6
1.2    Ranking de universidades.....	6
1.2.1    Tipos de ranking universitario.....	6
1.2.1.1    Tipo 1: La experiencia de Pregrado: Enseñanza.....	6
1.2.1.2    Tipo 2: Clasificación de Investigación de Postgrado .....	7
1.2.2    Academic Ranking of World Universities .....	7
1.2.2.1    Metodología e indicadores que emplea ARWU.....	7
1.2.3    World University Ranking .....	9
1.2.3.1    Metodología e indicadores que emplea el ranking .....	9
1.2.4    Ranking Iberoamericano SIR (SCImago Institutions Rankings) 2012 .....	10
1.2.4.1    Metodología e indicadores que emplea el Ranking Iberoamericano .....	11
1.2.5    Ranking Web de Universidades del Mundo .....	12
1.2.5.1    Metodología e indicadores que emplea el ranking .....	12
1.3    Indicadores de medición de la Actividad de Ciencia y Técnica para los centros de Educación Superior.....	13
1.3.1    Indicadores que se miden en las áreas de la UCI.....	14
1.4    ¿Cómo contribuir a mejorar la posición que ocupa la UCI en el Ranking de Universidades del Mundo?.....	16
1.5    Toma de decisiones.....	17
1.6    Tecnología OLAP.....	19
1.6.1    Ventajas, utilidades y beneficios de OLAP .....	19
1.7    Modelo conceptual.....	20
1.8    Modelos multidimensionales .....	21
1.9    Estructura para representar los modelos multidimensionales.....	23
1.9.1    Esquema en estrella.....	24
1.9.2    Esquema en copo de nieve .....	25

# ÍNDICE DE CONTENIDO

---

1.10	Fases para realizar el modelo multidimensional.....	26
1.10.1	Especificación de las necesidades de análisis.....	27
1.10.1.1	Enfoque basado en el análisis .....	27
1.10.1.2	Enfoque basado en la fuente .....	28
1.10.1.3	Enfoque basado en el análisis/fuente .....	29
1.10.2	Diseño conceptual.....	29
1.10.2.1	Enfoque basado en el análisis .....	29
1.10.2.2	Enfoque basado en la fuente .....	29
1.10.2.3	Enfoque basado en el análisis/fuente .....	30
1.11	Conclusiones parciales .....	30
<b>CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN .....</b>		<b>31</b>
2.1	Introducción .....	31
2.2	Fases para desarrollar el modelo multidimensional.....	31
2.2.1	Especificación de las necesidades de análisis .....	31
2.2.1.1	Identificar los usuarios .....	32
2.2.1.2	Determinar las necesidades de análisis .....	32
2.2.2	Diseño conceptual .....	35
2.2.2.1	Modelo conceptual.....	35
2.2.2.2	Descripción de las tablas de dimensiones y del hecho identificados .....	36
2.2.2.3	Modelo multidimensional .....	40
2.3	Conclusiones parciales .....	41
<b>CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN .....</b>		<b>43</b>
3.1	Introducción .....	43
3.2	Método Delphi.....	43
3.2.1	Características principales.....	43
3.3	Validación de los indicadores que forman parte del modelo multidimensional .....	44
3.3.1	Proceso de selección de los expertos .....	44
3.3.2	Coeficiente de competitividad de los expertos .....	45
3.3.3	Procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos.....	46

# ÍNDICE DE CONTENIDO

---

3.3.4	Establecimiento de la concordancia entre los expertos mediante el coeficiente de Kendall .....	47
3.3.5	Desarrollo práctico y análisis de los resultados .....	49
3.4	Validación del modelo multidimensional.....	51
3.4.1	Proceso de selección de los expertos .....	51
3.4.2	Coeficiente de competitividad de los expertos .....	51
3.4.3	Procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos.....	52
3.4.4	Establecimiento de la concordancia entre los expertos mediante el coeficiente de Kendall .....	53
3.4.5	Desarrollo práctico y análisis de los resultados .....	54
3.5	Conclusiones parciales .....	55
	<b>CONCLUSIONES GENERALES .....</b>	<b>56</b>
	<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>57</b>
	<b>BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>58</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>
	<b>ANEXO 1.</b> Encuesta de autovaloración para determinar el coeficiente de competencia de los expertos .....	<b>61</b>
	<b>ANEXO 2.</b> Cálculos del coeficiente de conocimiento de los expertos .....	<b>62</b>
	<b>ANEXO 3.</b> Cuestionario de evaluación de los indicadores de ciencia y técnica seleccionados para la solución propuesta .....	<b>64</b>
	<b>ANEXO 4.</b> Cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall .....	<b>66</b>
	<b>ANEXO 5.</b> Desarrollo práctico y explotación de resultados .....	<b>67</b>
	<b>ANEXO 6.</b> Encuesta de autovaloración para determinar el coeficiente de competencia de los expertos .....	<b>69</b>
	<b>ANEXO 7.</b> Cálculos del coeficiente de conocimiento de los expertos .....	<b>70</b>
	<b>ANEXO 8.</b> Cuestionario de evaluación del modelo multidimensional que se propone en el presente trabajo .....	<b>71</b>
	<b>ANEXO 9.</b> Cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall .....	<b>73</b>
	<b>ANEXO 10.</b> Desarrollo práctico y explotación de resultados .....	<b>74</b>

# ÍNDICES DE FIGURAS Y TABLAS

---

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Representación de un modelo conceptual (Bernabeu, 2007) .....	21
<b>Figura 2:</b> Modelo multidimensional de los datos (Chaudhuri & Dayal, 1997) .....	22
<b>Figura 3:</b> Esquema en estrella .....	24
<b>Figura 4:</b> Esquema en copo de nieve.....	26
<b>Figura 5:</b> Modelo conceptual.....	36
<b>Figura 6:</b> Esquema multidimensional para el análisis de las publicaciones científicas.....	41
<b>Figura 7:</b> Coeficiente de los expertos .....	46
<b>Figura 8:</b> Coeficiente de los expertos .....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1:</b> Especificación de las dimensiones para los escenarios de análisis .....	34
<b>Tabla 2:</b> Descripción de la tabla de dimensión Dim_Tiempo_Academico .....	37
<b>Tabla 3:</b> Descripción de la tabla de dimensión Dim_Tiempo_Academico .....	37
<b>Tabla 4:</b> Descripción de la tabla de dimensión Dim_Ubicacion_Web.....	38
<b>Tabla 5:</b> Descripción de la tabla de dimensión Dim_Tipo_Publicación .....	38
<b>Tabla 6:</b> Descripción de la tabla de dimensión Dim_Investigador .....	39
<b>Tabla 7:</b> Descripción de la tabla de hecho Hecho_Publicaciones_Cientificas.....	40
<b>Tabla 8:</b> Resultados obtenidos al aplicar la segunda encuesta a los expertos.....	47
<b>Tabla 9:</b> Aspectos a evaluar contra expertos .....	48
<b>Tabla 10:</b> Puntos de corte.....	50
<b>Tabla 11:</b> Grados de adecuación.....	51
<b>Tabla 12:</b> Resultados obtenidos al aplicar la segunda encuesta a los expertos.....	53
<b>Tabla 13:</b> Aspectos a evaluar contra expertos .....	53
<b>Tabla 14:</b> Puntos de corte.....	55
<b>Tabla 15:</b> Grados de adecuación.....	55

## ÍNDICES DE FIGURAS Y TABLAS

---

<b>Tabla 16:</b> Frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta .....	67
<b>Tabla 17:</b> Frecuencias absolutas acumuladas .....	67
<b>Tabla 18:</b> Frecuencias relativas acumuladas .....	68
<b>Tabla 19:</b> Frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta .....	74
<b>Tabla 20:</b> Frecuencias absolutas acumuladas .....	74
<b>Tabla 21:</b> Frecuencias relativas acumuladas .....	74

## INTRODUCCIÓN

En cuestiones de enseñanza e investigación, es muy común la existencia de rankings, pues permiten evaluar y comparar la calidad de las instituciones o de los sistemas. A lo largo de los años, las universidades y colegios han competido por estudiantes, profesores, donadores y apoyo social. Al principio, la competencia era evaluada por la reputación con que contaban estas instituciones, pero estos datos no estaban registrados. Con la intensificación de la competencia entre las universidades desde 1990 y el crecimiento acelerado del mercado internacional de educación superior, las encuestas se han convertido en muchos países en un medio de evaluación y clasificación de las universidades (Cheol Shin, Toutkoushian, & Teichler, 2011).

Cada país tiene su propio sistema de educación superior, lo cual puede impactar en la estructura de sus colegios y universidades y la comparación entre ellas. Debido a esto existe gran dificultad en cuanto a la ubicación en un ranking de todas las universidades.

La clasificación de las universidades es una tarea complicada pues cada institución tiene su propia misión, enfoque y programa académico, también presentan diferente tamaño y variación en cuanto a los recursos disponibles.

Actualmente determinar el ranking de universidades está dado por una serie de indicadores que permiten evaluarlas y según los resultados obtenidos, posicionarlas en el lugar que les corresponde. El ranking universitario ayuda a los estudiantes y a sus padres a reducir la masa de información sobre las universidades, contribuyendo a la toma de decisiones a la hora de optar por los mejores centros universitarios.

Nuestro país no queda exento de este tema, pues las universidades cubanas se rigen por una serie de indicadores de medición de la Actividad de Ciencia y Técnica propuestos por el CITMA<sup>2</sup> a todos los Centros de Educación Superior.

En estos momentos, la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) se encuentra en el puesto 4464 del Ranking Web Mundial de Universidades, publicación que se realiza 2 veces al año y que contiene información sobre unas 20.000 Instituciones de Educación Superior de todo el mundo. El principal objetivo del proyecto encargado de realizar estas publicaciones es convencer a las comunidades académicas y políticas de la importancia de la publicación web

---

<sup>2</sup> Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

no sólo para la diseminación del conocimiento académico sino también como una forma de medir la actividad científica, el rendimiento y el impacto.

Anualmente la Dirección de Investigaciones de la universidad realiza una propuesta de indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) a cada facultad donde cada una tiene asignados objetivos a lograr por cada indicador y el propósito principal de esta propuesta es tener incrementos en los indicadores de mayor relevancia y visibilidad. Trimestralmente en la UCI la Dirección de Investigaciones realiza el Balance de Ciencia, Tecnología e Innovación, el cual tiene entre sus objetivos fortalecer los indicadores con resultados más críticos para así lograr mejores resultados en las esferas de Ciencia, Tecnología e Innovación en la universidad, y controlar el estado de cumplimiento de los principales objetivos de CTI.

En toda empresa el proceso de la toma de decisiones es complejo debido a que esto determinará el progreso o no de la entidad. Partiendo de que analizar la información que se maneja en ésta es una de las bases de este proceso, mientras la calidad del análisis sea mejor, más elevados serán los resultados que podrá alcanzar la institución. La tecnología OLAP permite a los usuarios finales llevar a cabo análisis de los datos en múltiples dimensiones, proporcionando de este modo el conocimiento y la comprensión que necesitan para tomar mejores decisiones.

A la subdirección de investigación y postgrado del centro CEGEL de la facultad 3 se le hace difícil determinar qué decisiones tomar para contribuir a que la universidad ocupe un lugar importante en el ranking de universidades, debido a que no cuenta con una herramienta que les facilite el proceso y les ayude a crear estrategias de ciencia y técnica. Además en el Balance de Ciencia y Técnica que se realiza anualmente en el Centro de Gobierno Electrónico (CEGEL) perteneciente a la facultad 3, se miden varios indicadores según la esfera y la dimensión, por lo que esta herramienta contribuirá a que el centro cumpla con parte del objetivo principal de la propuesta de indicadores de CTI asignada por la Dirección de Investigaciones.

A partir de lo antes expuesto, se plantea como **problema de investigación**: ¿Cómo ayudar a la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL de la facultad 3 a determinar estrategias de ciencia y técnica?

El problema de investigación declarado se enmarca en el **objeto de estudio** siguiente: Modelo de datos multidimensional.

Para dar solución a este problema se plantea el siguiente **objetivo general**: Proponer un modelo de datos multidimensional que permita desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL.

Como **campo de acción**: Diseño conceptual de un modelo multidimensional de una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL.

Desde estos estudios se declara como **idea a defender** la siguiente: Si se realiza un modelo de datos multidimensional permitirá desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL de la facultad 3.

Como **objetivos específicos** destacan:

- Elaborar el marco teórico de la investigación, estableciendo la fundamentación teórica y la posición del autor.
- Establecer criterios de comparación entre grupos de indicadores.
- Realizar la especificación de las necesidades de análisis.
- Realizar el diseño conceptual.
- Validar los resultados obtenidos.

Las **tareas de investigación** a realizar son:

- Realización de un estudio del ranking universitario.
- Recopilación de los indicadores que se miden en el ranking universitario a nivel mundial, y los que se miden en el Balance de Ciencia y Técnica que se realiza en el centro CEGEL de la facultad 3.
- Realización de una analogía entre los indicadores que se miden en el ranking de universidades y en el Balance de Ciencia y Técnica que se realiza en el centro CEGEL de la facultad 3.
- Identificación de los usuarios.



- Identificación de las necesidades de análisis.
- Confección del modelo conceptual.
- Confección del modelo de datos multidimensional.
- Validación a través del método Delphi de los resultados obtenidos.

Para dar cumplimiento a las tareas de investigación propuestas se emplearán los siguientes **métodos científicos**:

Los **Métodos Teóricos** permiten el estudio de las características del objeto de investigación que no se pueden visualizar de forma directa y proporcionan la construcción de modelos e hipótesis de investigación. De ellos se utilizarán para el desarrollo de la investigación los siguientes:

**Analítico - Sintético:** este método se empleará para realizar un análisis en la bibliografía a consultar donde serán seleccionados los elementos más importantes referentes a la toma de decisiones y la tecnología OLAP que servirán para dar solución al problema de investigación propuesto.

**Histórico - Lógico:** se utilizará para desarrollar un estudio del estado del arte de la problemática, para conocer los indicadores que se miden en el ranking universitario a nivel mundial, en Cuba y en el centro CEGEL de la facultad 3

Los **Métodos Empíricos** describen y explican las características de los objetos, representan un nivel de la investigación cuyo contenido proviene de la experiencia y es sometido a cierta elaboración racional.

**Encuesta:** se utilizará para validar los resultados obtenidos.

El presente trabajo consta de 3 capítulos.

## **Capítulo 1: Fundamentación Teórica**

En este capítulo se realizará un análisis de la bibliografía existente sobre los rankings universitarios existentes en el mundo y los indicadores que se miden. Se abordará sobre las tecnologías OLAP y los modelos multidimensionales, así como de la toma de decisiones y su importancia en toda empresa.

## **Capítulo 2: Propuesta de solución**

En este capítulo se realizará un modelo de datos multidimensional que se confeccionará a partir de las necesidades de análisis identificadas, y servirá para desarrollar una herramienta que ayude con la toma de decisiones de la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL.

## **Capítulo 3: Validación de la solución propuesta**

Para realizar la validación de la presente investigación, se empleará el método Delphi para evaluar el modelo multidimensional que se propone y los indicadores seleccionados para realizarlo.

## CAPÍTULO I: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 1.1 Introducción

En este capítulo se tratarán temas referentes al ranking universitario a nivel mundial, así como los indicadores que se miden para clasificar las universidades. Se abordará el tema de la toma de decisiones como proceso fundamental para lograr el éxito de una institución y la utilización de la tecnología OLAP para darle solución al problema de investigación propuesto a través del desarrollo de un modelo multidimensional.

### 1.2 Ranking de universidades

El ranking de universidades se ha utilizado en los Estados Unidos desde 1925 cuando Raymond Hughes informó el ranking de reputación de los programas de postgrado de los Estados Unidos. Desde entonces, los estudiosos han realizado clasificaciones de manera similar a la del profesor Hughes. US News and World Report publicó en 1983 su primer reporte de ranking “las mejores universidades de Estados Unidos”, estas clasificaciones fueron iniciadas por los medios de comunicación con fines comerciales (Cheol Shin, Toutkoushian, & Teichler, 2011).

El objetivo principal de los rankings es proporcionar información a los estudiantes y padres de familia para la elección de la universidad, así como en relación con la calidad de las instituciones.

Las instituciones mejor posicionadas en los rankings de todo el mundo son las universidades centradas en la investigación, lo que sugiere que el rendimiento de la investigación podría ser mejor indicador que otros, tales como tasa de empleo de los graduados, sus satisfacciones educacionales, etcétera (Cheol Shin, Toutkoushian, & Teichler, 2011).

#### 1.2.1 Tipos de ranking universitario

Existen dos tipos principales de ranking universitario que son evidentes en el mundo comercial de las clasificaciones. La audiencia de los dos tipos de clasificación en las universidades es distinta y diferente, pero la metodología adoptada por los compiladores para crear la clasificación es muy similar (Cheol Shin, Toutkoushian, & Teichler, 2011).

##### 1.2.1.1 Tipo 1: La experiencia de Pregrado: Enseñanza

US. News and World Report (EE.UU.), Maclean (Canadá), The Guardian (Reino Unido) y The Times (Reino Unido), todos tienen como público objetivo el mercado potencial de los estudiantes de pregrado. La característica común de todas estas y otras publicaciones similares es la producción de una clasificación que, a su juicio, refleja la calidad de la enseñanza y el aprendizaje dentro de las instituciones de educación superior. Las medidas que se utilizan para reflejar este índice de calidad son aquellos que se relacionan directa o indirectamente a la experiencia universitaria (Cheol Shin, Toutkoushian, & Teichler, 2011).

## **1.2.1.2 Tipo 2: Clasificación de Investigación de Postgrado**

Tanto el Ranking Académico de Universidades del Mundo de la Universidad de Shanghai Jiao Tong (SJTU ARWU<sup>3</sup>) y el Ranking Mundial de Universidades el Times Higher Education se han centrado exclusivamente en las clasificaciones en relación a la calidad de la prestación de la investigación. El público objetivo podría ser considerado como posibles fuentes de financiamiento e investigadores académicos potenciales. Por lo general, las medidas de investigación del ranking incluyen los artículos publicados, documentos citados, números de investigación de los estudiantes, los premios prestigiosos de investigación garantizados, etc (Cheol Shin, Toutkoushian, & Teichler, 2011).

## **1.2.2 Academic Ranking of World Universities**

El *Academic Ranking of World Universities* (ARWU) ha sido elaborado por el Instituto de Educación Superior de la Universidad de Shanghai Jiao Tong con el objetivo de medir la posición de las universidades chinas de investigación en el mundo. Se publicó por primera vez en 2003. Con los años, se ha convertido en una de las clasificaciones de referencia para medir la posición de las universidades analizadas respecto a la comunidad universitaria global, pero también para medir la posición de los sistemas de investigación nacional (Universidad de Barcelona, 2012).

### **1.2.2.1 Metodología e indicadores que emplea ARWU**

El ARWU no evalúa todas las universidades, sino solamente aquellas que han pasado un filtro de selección. La lista de universidades evaluadas incluye cualquier institución que tenga un ganador de un premio Nobel, un ganador de una medalla Fields o un investigador muy citado. Adicionalmente se incluyen también las mayores universidades de cada país que tienen un

---

<sup>3</sup> Shanghai Jiao Tong University Academic Ranking of World Universities, SJTU ARWU por sus siglas en inglés.

número significativo de artículos indexados en *Science Citation Index-Expanded* (SCIE) y *Social Science Citation Index* (SSCI), que forman parte de la *Web of Science*, propiedad de la empresa *Thomson Reuter*. En total más de 2000 instituciones están actualmente analizadas. De estas, 1200 universidades entran en la clasificación, pero solamente se publica el ranking de las primeras 500 universidades (Universidad de Barcelona, 2012).

En el ranking del año 2008 se establecieron indicadores en cuatro dimensiones (módulos) (Universidad de Barcelona, 2012):

1. Módulo *Calidad de la Educación*:

- a) Alumni: indica el número total de los alumnos de una institución que han ganado un premio Nobel en física, química, medicina y economía o una medalla Fields en matemática. Peso 10%.

2. Módulo *Calidad de la facultad*:

- a) Premio (Award): indica el número total del personal de una institución que ha ganado premios Nobel en física, química, medicina y economía o medallas Fields en matemática. Peso 20%.
- b) HiCi: indica el número de los investigadores muy citados en 21 categorías temáticas establecidas, utilizando información facilitada por [isihighlycited.com](http://isihighlycited.com). Estos investigadores muy citados son asignados a 5 campos de conocimiento. Peso 20%.

3. Módulo *Resultado de Investigación*:

- a) N&S - ciencias naturales & ciencias: indica el número de artículos publicados en ciencias naturales y ciencias entre 2003 y 2007. Solamente se toma en consideración publicaciones de tipo artículos. Peso 20%.
- b) PUB: indica el número total de artículos indexados en el *Science Citation Index-Expanded* y *Social Science Citation Index* del 2007. Solamente se toman en consideración publicaciones de tipo artículos. Peso 20%.

4. Módulo *Rendimiento per Cápita*:

- a) PCP: El indicador sintético ponderado de los indicadores anteriormente mencionados dividido por el número equivalente al personal académico a tiempo completo de la universidad en cuestión. Peso: 10%.

## **1.2.3 World University Ranking**

El *World University Ranking* del Times Higher Education Supplement (THES-Ranking) evalúa alrededor de 600 universidades en el mundo y publica una clasificación de las 400 mejores. Se han establecido seis indicadores que en su conjunto forman el ranking de las universidades mundiales. A parte se elaboran clasificaciones ordenadas en cinco áreas de conocimiento claves: Arte & Humanidades, Ingeniería & IT, Ciencias de la Vida & Biomedicina, Ciencias Naturales, Ciencias Sociales (Universidad de Barcelona, 2012).

### **1.2.3.1 Metodología e indicadores que emplea el ranking**

El ranking se establece con base en cuatro criterios: calidad de investigación, calidad de enseñanza, empleo de los graduados e imagen internacional.

En el centro de la metodología hay dos encuestas en línea (Universidad de Barcelona, 2012):

#### *Perspectiva Académica*

Se trata de la parte más importante del THES-Ranking teniendo un peso del 40% en su conjunto. Es una encuesta global en línea entre académicos, preguntando por la identificación de aquellas universidades que ellos consideran excelentes en su campo de conocimiento. Los encuestados no pueden incluir su propia universidad en sus respuestas.

#### *Perspectiva de empleadores*

Este tipo de encuesta se ha introducido en el año 2005 en la evaluación para cubrir la dimensión del empleo de graduados. Se considera más apropiada la encuesta que los datos estadísticos sobre empleo de graduados y sus salarios, dado que éstos están influidos por factores locales. Se trata de una encuesta entre empleadores que contratan graduados pidiéndoles que identifiquen las universidades que consideran que preparan mejor a éstos para su puesto de trabajo.

El resultado de esta encuesta significa un 10% en el conjunto de la evaluación.

Las encuestas se complementan con análisis de datos estadísticos en tres apartados: calidad de enseñanza, prestigio académico e internacionalización.

*Calidad de enseñanza* (Universidad de Barcelona, 2012)

Para el cálculo de este indicador se usan dos tipos de datos:

- a) El *equivalente al estudiante a tiempo completo*: sumando los datos de las cifras de estudiantes separados por estudiantes en fase de graduados y en fase de postgraduados. Cuando estos datos no están disponibles por separado, se usa la cifra total de estudiantes.
- b) El *equivalente al miembro de la universidad a tiempo completo*: usando el número total de los miembros de universidad sin distinguir entre personal educativo y personal investigador por motivos de disponibilidad de datos.

*Prestigio científico* (Universidad de Barcelona, 2012)

Para medir el prestigio científico se combinan datos sobre la productividad y la calidad científica, tomando como referencia la institución. Como indicador se toma la cita, que es usada frecuentemente para medir la calidad científica. La fuente para obtener estos datos es Scopus, considerada una de las bases de datos más amplia de resúmenes y citas del mundo. Este indicador tiene un peso del 20% en el conjunto total de la evaluación.

*Internacionalización* (Universidad de Barcelona, 2012)

La simple evaluación de la proporción de los estudiantes internacionales y de los miembros internacionales de facultad sirve como indicadores de la atracción internacional. Cada uno de estos indicadores significa 5% del conjunto de la evaluación.

## **1.2.4 Ranking Iberoamericano SIR (SCImago Institutions Rankings) 2012**

El *Ranking Iberoamericano SIR 2012* se presenta como una herramienta de análisis y evaluación de la actividad investigadora de las Instituciones de Educación Superior en Iberoamérica. Este ranking muestra información ordenada sobre la actividad investigadora llevada a cabo en el período 2003-2008 (SIR Scimago Institutions Ranking, 2012).

## 1.2.4.1 Metodología e indicadores que emplea el Ranking Iberoamericano

El Ranking Iberoamericano SIR 2012 muestra un perfil detallado de la actividad investigadora de las Instituciones de Educación Superior basándose en datos cuantitativos de publicación y citación. Para su elaboración se ha analizado toda la producción científica presente en la base de datos Scopus, elaborada por Elsevier, en el período 2006-2010 y se ha asociado cada publicación y cada cita encontrada a la institución o instituciones correspondientes (SIR Scimago Institutions Ranking, 2012).

En esta edición, el ranking muestra cinco indicadores: producción científica, ratio de colaboración internacional, calidad científica promedio de cada institución, proporción de artículos publicados en revistas de prestigio y ratio de excelencia investigadora (SIR Scimago Institutions Ranking, 2012).

EL ranking incluye todas las Instituciones de Educación Superior Iberoamericanas que han publicado algún documento científico (indexado en la base de datos Scopus) en el período 2006-2010 (SIR Scimago Institutions Ranking, 2012).

A continuación se especifican en qué consiste cada uno de los indicadores que se miden en este ranking (SIR Scimago Institutions Ranking, 2012):

*Producción Científica (PC)*: Medida por el número de publicaciones en revistas científicas. Este indicador ofrece una idea general del tamaño de una institución.

*Colaboración Internacional (CI)*: Ratio de publicaciones científicas de una institución que han sido elaboradas conjuntamente con instituciones de otros países. Los valores se calculan analizando las publicaciones de una institución cuya afiliación incluye direcciones pertenecientes a más de un país.

*Calidad Científica Promedio (CCP)*: Impacto científico de una institución después de eliminar la influencia del tamaño y el perfil temático de la institución. El indicador CCP permite comparar instituciones de diferentes tamaños y con distintos perfiles de investigación. Una puntuación de 0.8 significa que una institución es citada un 20% menos que la media mundial. Un valor de 1.3 indica que la institución es citada una 30% más que la media mundial.



*Porcentaje de Publicaciones en Revistas del Primer Cuartil SJR (Q1)*: Indica el porcentaje de publicaciones que una institución ha publicado en revistas incluidas en el primer cuartil (25%) ordenadas por el indicador SJR. El indicador SJR mide la influencia o prestigio científico de las revistas mediante el análisis de la cantidad y la procedencia de las citas que recibe una revista científica. Su uso se ha extendido a través del portal SCImago Journal & Country Rank y es utilizado por Elsevier en su índice de citas Scopus.

*Ratio de Excelencia (ER)*: El Ratio de Excelencia indica el porcentaje del output de una institución que se encuentra incluido en el 10% de los trabajos más citados del mundo en sus respectivos campos científicos. Es un indicador de la producción científica de alta calidad que produce una institución.

El indicador SJR mide la influencia o prestigio de las revistas mediante el análisis de la cantidad y la procedencia de las citas que recibe una revista científica. Su uso se ha extendido a través del portal SCImago Journal & Country Rank.

## **1.2.5 Ranking Web de Universidades del Mundo**

El *Ranking Web de Universidades del Mundo* es una iniciativa del Laboratorio de Cibermetría, que pertenece al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), el mayor centro nacional de investigación de España (Ranking Web of World Universities, 2012).

El ranking es basado en indicadores web que reflejan mejor la actividad global de las instituciones ya que existen otras muchas labores ejercidas por profesores e investigadores que aparecen en la Web (Ranking Web of World Universities, 2012).

El Ranking se centra no sólo en los resultados de investigación sino que también usa otros indicadores que reflejan mejor la calidad global de las instituciones académicas y de investigación del mundo entero. Este ranking desea motivar tanto a instituciones como a docentes e investigadores a tener una presencia en la web que refleje de forma precisa sus actividades. El Ranking Web Mundial de Universidades se correlaciona bien con la calidad de la educación impartida y el prestigio académico de la institución (Ranking Web of World Universities, 2012).

### **1.2.5.1 Metodología e indicadores que emplea el ranking**

La unidad utilizada para el análisis es el dominio institucional, así que sólo universidades y centros de investigación con un dominio independiente son consideradas. Si una institución tiene más de un dominio principal, se usan 2 o más entradas con las diferentes direcciones. El catálogo de instituciones de este ranking no incluye sólo universidades sino que además incluye otras instituciones de Educación Superior tal y como recomienda la UNESCO (Ranking Web of World Universities, 2012).

La actividad universitaria es multidimensional y esto se refleja en su presencia web. Así que la mejor forma de construir el ranking es a través de la combinación de un grupo de indicadores que mida todos estos diferentes aspectos. Los 4 indicadores que se utilizan en el Ranking Web Mundial de Universidades fueron obtenidos de los resultados cuantitativos extraídos de los principales motores de búsqueda (Google, Yahoo, Live Search y Exalead) (Ranking Web of World Universities, 2012).

Los indicadores que se diseñaron para el ranking se detallan a continuación (Ranking Web of World Universities, 2012):

*Tamaño (S)*: Número de páginas obtenidas a partir de 4 motores de búsqueda: Google, Yahoo, Live Search y Exalead. (10%)

*Visibilidad (V)*: El número total de enlaces externos recibidos (inlinks) por un sitio sólo se puede obtener de forma fiable desde Yahoo Search, Live Search y Exalead. (50%)

*Ficheros ricos (R)*: Los siguientes tipos de archivo fueron seleccionados tras valorar su relevancia en el entorno académico y editorial, y su volumen en cuanto al uso con respecto a otros formatos: Adobe Acrobat (.pdf), Adobe PostScript (.ps), Microsoft Word (.doc) y Microsoft Powerpoint (.ppt). (10%)

*Académico (Sc)*: Google Académico provee el número de artículos y citas de cada dominio académico. Los resultados obtenidos desde la base de datos de Google Académico comprenden artículos, informes y otro tipo de material relacionado. (30%)

### **1.3 Indicadores de medición de la Actividad de Ciencia y Técnica para los centros de Educación Superior**

En Cuba, el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, es la institución rectora de la política de ciencia del país y es la encargada de reflejar el comportamiento de la Actividad Científica y Tecnológica a través de indicadores.

Indicadores generales (Dirección de Investigaciones, 2010):

- I. Premios obtenidos (Relevancia)
- II. Publicaciones científicas (Visibilidad)
- III. Patentes y registros (Tecnología)
- IV. Participación en proyectos financiados (Pertinencia)
- V. Ingresos por la actividad científica (Impacto)
- VI. Resultados introducidos
- VII. Trabajos presentados en eventos (Visibilidad)
- VIII. Capacitación recibida
- IX. Uso de estudiantes

### **1.3.1 Indicadores que se miden en las áreas de la UCI**

Debido a las características particulares con que cuenta la Universidad de las Ciencias Informáticas y que la diferencian del tipo de universidad clásica del país, los indicadores de medición de la Actividad de Ciencia y Técnica para los centros de Educación Superior son modificados respecto al CITMA, adaptados a la UCI.

Los indicadores generales son los mismos que los mencionados anteriormente, sólo que desaparece el quinto indicador: Ingresos por la actividad científica (Impacto).

**Indicadores que se miden en las áreas de la UCI** (Dirección de Investigaciones, 2010)

#### **I. Premios obtenidos por los resultados del trabajo científico-técnico:**

1. Premios obtenidos de la Academia de Ciencias de Cuba
2. Premios en el Fórum Nacional de Ciencia y Técnica
3. Premios Internacionales
4. Premios Nacionales
5. Premios CITMA
6. Premios en el Concurso Nacional de las BTJ y Exposición Forjadores del futuro
7. Premios obtenidos por adiestrados o reservas en el Fórum Nacional de Ciencia y Técnica
8. Sellos Forjadores del Futuro

#### **II. Publicaciones Científicas:**

1. Artículos publicados en Revistas referenciadas en el Web of Science del Instituto de Información Científica (ISI)
2. Artículos publicados en Revistas Científicas referenciadas en base de datos reconocidas internacionalmente
3. Artículos publicados en Revistas Científicas Nacionales Arbitradas
4. Publicaciones de libros en Cuba y en el extranjero
5. Publicaciones no arbitradas
6. Publicaciones en memorias de eventos
7. Publicaciones en serie interna y repositorios institucionales

### **III. Patentes y registros:**

1. Patentes de invención y modelos de utilidad **solicitados** en Cuba y en el extranjero
2. Patentes de invención y modelos de utilidad **concedidos** en Cuba y en el extranjero
3. Registro de productos, equipos y medios no informáticos en Cuba y en el extranjero
4. Registro de Software en Cuba y en el extranjero

### **IV. Participación en proyectos I + D**

### **V. Resultados introducidos**

### **VI. Trabajos presentados en Eventos Científicos**

1. Trabajos presentados en eventos internacionales en el extranjero
2. Trabajos presentados en eventos Internacionales realizados en Cuba
3. Trabajos presentados en eventos Nacionales
4. Trabajos Aceptados y no expuestos en Eventos Internacionales
5. Trabajos Aceptados y no expuestos en Eventos Nacionales
6. Ingreso por eventos realizados en el centro

### **VII. Capacitación Ofertada o Recibida:**

### **VIII. Trabajo Científico Estudiantil:**

1. Trabajo Científico Estudiantil en eventos
2. Copas y concursos.
3. Cantidad de Estudiantes vinculados a Trabajos de Investigación o I + D

## 1.4 ¿Cómo contribuir a mejorar la posición que ocupa la UCI en el Ranking de Universidades del Mundo?

La presencia de las instituciones académicas, y muy especialmente de las universidades en la web, puede generar información muy útil para la evaluación de sus actividades académicas y de investigación, incluyendo no sólo las que generan producción formal, por medio de artículos y de publicaciones, sino también las que transmiten conocimiento de manera más informal (Aguillo & Granadino Goenechea, 2006).

Evaluar el desempeño de la investigación científica en las universidades permite medir la producción del conocimiento científico de las mismas. A través de la promoción de las publicaciones web se pueden clasificar las universidades teniendo en cuenta la calidad e impacto de estas instituciones. El Ranking Web de Universidades del Mundo utiliza indicadores que permiten clasificar estas instituciones en cuanto a los resultados de investigación obtenidos. También se basa en este criterio de clasificación el Ranking Iberoamericano SIR, empleando las publicaciones científicas en las revistas referenciadas en la base de datos Scopus para ubicar a los Institutos de Educación Superior de Iberoamérica y de Latinoamérica en el ranking.

Como se mencionó anteriormente, la UCI ocupa la posición 4464 en el Ranking Web de Universidades del Mundo, debido al bajo rendimiento web, se hace necesario promover el incremento substancial del volumen y la calidad de sus publicaciones electrónicas, así como trazar estrategias para mejorar el lugar que ocupa en el ranking.

Comparando los indicadores que se utilizan para realizar la clasificación de las universidades en los ranking mencionados y los indicadores que se miden en el Balance de Ciencia y Técnica en la facultad 3, se concluyó que en ambos ranking las publicaciones científicas realizadas por los investigadores de la institución son los que tienen mayor influencia en la clasificación de las instituciones, por lo que se pudo determinar que los indicadores a tener en cuenta para darle solución al problema de investigación propuesto son:

- Publicaciones Científicas
  - Artículos publicados en Revistas Científicas referenciadas en Scopus.
  - Artículos publicados en Revistas referenciadas en el Web of Science.

- Artículos publicados en Revistas Científicas Nacionales Arbitradas.
- Publicaciones en series internas y repositorios institucionales.

## **1.5 Toma de decisiones**

Constantemente se nos presentan situaciones en las que la decisión que tomemos puede determinar el éxito o fracaso de nuestras acciones. Cada persona enfrenta una determinada problemática de manera distinta basándose en la experiencia adquirida.

La toma de decisiones es el proceso a través del cual se identifica una necesidad de decisión, se establecen alternativas, se analizan y se elige una de ellas, se implementa la elegida, y se evalúan los resultados.

En cuanto a lo que a negocios se refiere, la toma de decisiones es una herramienta que permite tomar las mejores decisiones en beneficio de la empresa (Crece Negocios.com, 2011).

Los pasos o las etapas que conforman el proceso de la toma de decisiones son (Crece Negocios.com, 2011):

### 1. Identificación de la necesidad de tomar una decisión

Generalmente, la necesidad de tomar una decisión surge como consecuencia de un problema u oportunidad que se presenta. En esta etapa se debe definir claramente el problema u oportunidad, o cualquiera que sea la necesidad de tomar la decisión. Asimismo, se debe asegurar de que realmente es necesario tomar una decisión, y de que es a usted a quien le compete tomarla, o si existe la posibilidad de poder delegarla.

### 2. Identificación de criterios de decisión

Seguidamente se identifican los criterios que se van a tomar en cuenta al momento de evaluar las diferentes alternativas de decisión propuestas.

### 3. Asignación de peso a los criterios

Luego se pasa a valorar o ponderar dichos criterios de acuerdo a la importancia que se le va a dar al momento de tomar la decisión.

### 4. Desarrollo de alternativas

En esta etapa se hace una lista con las diferentes alternativas de decisión que se hayan propuesto.

Para hallar alternativas de decisión se pueden proponer en base a los conocimientos o experiencia obtenidos, acudir a diversas fuentes de información tales como Internet, consultar con los trabajadores de la empresa, hacer una lluvia de ideas, etc.

Mientras más importante sea la decisión a tomar, mayor tiempo se debe emplear para desarrollar las alternativas, mayores opciones se buscarán, y mayor información se recabará de éstas.

## 5. Análisis de alternativas

Una vez que se tiene la lista de alternativas de decisión, se pasa a evaluar cada una de ellas, asignándole calificaciones con respecto a cada criterio determinado.

Una vez que se han asignado calificaciones a cada alternativa con respecto a cada criterio, para hallar la calificación total de cada alternativa, se multiplica la calificación de cada criterio por el peso de éste, y luego se suman los resultados de cada alternativa.

## 6. Selección de alternativas

Luego de que se hallan asignado las calificaciones a cada alternativa con respecto a cada criterio, y hallado la calificación total de cada una, se pasa a seleccionar aquella que tenga la mayor calificación total.

## 7. Implementación de la alternativa

Una vez seleccionada una alternativa, es decir, tomada una decisión, se pasa a implementarla, es decir, ponerla en práctica, lo cual incluye comunicarla a todas las personas afectadas, y buscar el compromiso de éstas para aplicarla.

## 8. Evaluación de la eficacia de la decisión

Y, finalmente, una vez puesta en práctica la decisión, se evalúan los resultados.

Si los resultados no son los esperados, se puede optar por tomar un poco más de tiempo, o aceptar que definitivamente la decisión tomada no fue la acertada, e iniciar nuevamente el proceso de la toma de decisiones.

## 1.6 Tecnología OLAP

El término OLAP o Procesamiento Analítico en Línea fue presentado en un artículo titulado "Proporcionando Procesamiento Analítico en Línea para análisis de usuario", por el Dr. E. F. Codd, el reconocido padre del modelo de base de datos relacional. El documento, publicado en 1993, definió 12 reglas o directrices para un sistema OLAP. La definición dada por el Consejo de OLAP ([www.olapcouncil.org](http://www.olapcouncil.org)), que ofrece membresía, patrocina la investigación, y promueve el uso de OLAP es la siguiente (Ponniah, 2010):

El Proceso Analítico en Línea es una categoría de tecnología de software que permite a los analistas, administradores y ejecutivos profundizar en los datos a través de un acceso rápido, consistente e interactivo a una amplia variedad de vistas posibles de información que ha sido transformado de datos en bruto en reflejar la verdadera dimensión de la empresa como lo entiende un usuario.

Las herramientas OLAP, son una tecnología de software para análisis en línea, administración y ejecución de consultas, que permiten inferir información del comportamiento del negocio. Su principal objetivo es el de brindar rápidas respuestas a complejas preguntas, para interpretar la situación del negocio y tomar decisiones (Bernabeu, 2007).

Además, a través de este tipo de herramientas, se puede analizar el negocio desde diferentes escenarios históricos, y proyectar cómo se ha venido comportando y evolucionando en un ambiente multidimensional, o sea, mediante la combinación de diferentes perspectivas, temas de interés o dimensiones. Esto permite deducir tendencias por medio del descubrimiento de relaciones entre las perspectivas que a simple vista no se podrían encontrar sencillamente (Bernabeu, 2007).

Las herramientas OLAP requieren que los datos estén organizados en forma multidimensional, por lo cual es que utilizan los cubos multidimensionales (Bernabeu, 2007).

### 1.6.1 Ventajas, utilidades y beneficios de OLAP

Las ventajas que presentan las aplicaciones OLAP son las siguientes (Bernabeu, 2007):

- Analizan las relaciones entre muchos tipos de elementos empresariales, como ventas, productos, regiones y canales.



- Comparan datos agregados a través de períodos jerárquicos: mensualmente, trimestralmente, anualmente, etc.
- Presentan los datos en diferentes perspectivas, como ventas por región, ventas por canal y por producto dentro de cada región.
- Puede responder con rapidez a las consultas de los usuarios, de manera que los agentes o analistas puedan seguir un proceso de apreciación analítico o de decisión sin verse impedidos por el sistema.

Utilidades que presenta OLAP:

- Es de fácil uso y acceso flexible para el usuario.
- Los datos están organizados en varias dimensiones lo que permite que los usuarios hagan un mejor análisis.
- Permite encontrar la historia en los datos.

Los sistemas OLAP (Ponniah, 2010):

- Facilitan la consulta interactiva y el análisis complejo para los usuarios.
- Proporcionan la habilidad para realizar cálculos complejos y comparaciones.
- Presentan resultados en un número de maneras significativas, incluyendo tablas y gráficos.

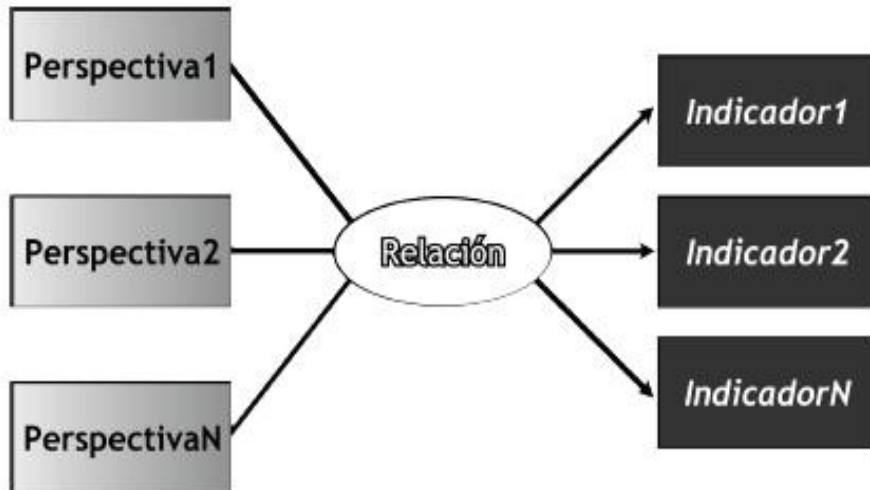
## 1.7 Modelo conceptual

**Modelo conceptual:** descripción de alto nivel de la estructura de la base de datos, en la cual la información es representada a través de objetos, relaciones y atributos (Bernabeu, 2007).

El modelo conceptual está conformado por las perspectivas, la relación y los indicadores, como se muestra en la figura 1.

Los indicadores, para que sean realmente efectivos son, en general, valores numéricos y representan lo que se desea analizar concretamente, por ejemplo: saldos, promedios, cantidades, sumatorias, fórmulas, etcétera (Bernabeu, 2007).

En cambio, las perspectivas se refieren a los objetos mediante los cuales se quiere examinar los indicadores, con el fin de responder a las preguntas planteadas, por ejemplo: clientes, proveedores, sucursales, países, productos, rubros, etcétera (Bernabeu, 2007).

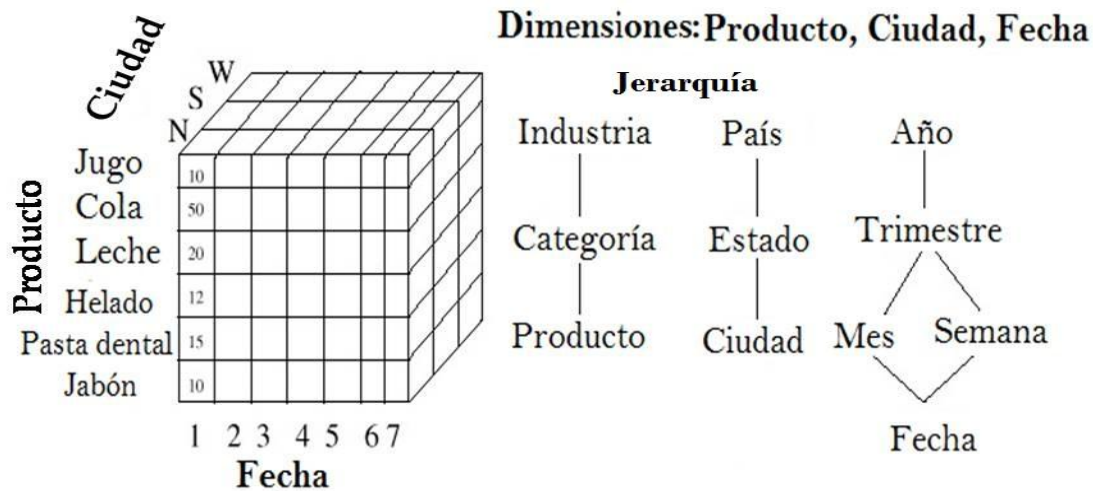


**Figura 1: Representación de un modelo conceptual (Bernabeu, 2007)**

A la izquierda se colocan las perspectivas, que serán unidas a un óvalo central que representa y lleva el nombre de la relación que existe entre ellas. La relación, constituye el proceso o área de estudio elegida. De dicha relación y entrelazadas con flechas, se desprenden los indicadores o medidas, estos se ubican a la derecha del esquema.

## 1.8 Modelos multidimensionales

Un modelo de datos multidimensional contiene un conjunto de medidas numéricas objeto de análisis. Dichas medidas dependen de una serie de dimensiones. Cada medida particular es un punto en un espacio multidimensional, en el que los valores de cada dimensión se suelen jerarquizar (Bernabeu, 2007).



**Figura 2: Modelo multidimensional de los datos (Chaudhuri & Dayal, 1997)**

Una característica fundamental del modelo multidimensional es que permite ver los datos desde múltiples perspectivas y en diferentes niveles de detalle. Hay un número de operaciones OLAP que permiten a estas perspectivas y niveles de detalle ser materializadas mediante la explotación de las dimensiones y sus jerarquías, lo que proporciona un entorno interactivo de datos de análisis. Un conjunto básico de operaciones OLAP se describen a continuación (Malinowski & Zimányi, 2008):

- ✓ Roll up (incremento en el nivel de agregación de los datos).
- ✓ Drill down (incremento en el nivel de detalle, opuesto a roll up).
- ✓ Slice (reducción de la dimensionalidad de los datos mediante selección).
- ✓ Dice (reducción de la dimensionalidad de los datos mediante proyección).
- ✓ Pivotaje o rotación (reorientación de la visión multidimensional de los datos).

Los modelos multidimensionales son modelos de datos como conjuntos de medidas descritas por dimensiones. Entre las características que poseen se encuentran (Tamayo & Moreno, 2006):

- ✓ Adecuado para resumir y organizar datos (p.ej. hojas de cálculo).
- ✓ Enfocado para trabajar sobre datos de tipo numérico.
- ✓ Más simple: Más fácil de visualizar y entender que el modelado Entidad/Relación.

Para realizar el modelado dimensional, son esenciales los siguientes elementos (Bernabeu, 2007):

## ***Dimensiones:***

Perspectivas o entidades respecto a las cuales una organización quiere mantener sus datos organizados (p.ej. tiempo, localización, clientes, proveedores, etc.)

## *Miembros*

Nombres o identificadores que marcan una posición dentro de la dimensión.

Ejemplos:

Meses, trimestres y años son miembros de la dimensión tiempo.

Ciudades, regiones y países son miembros de la dimensión localización.

## *Jerarquías*

Los miembros de las dimensiones se suelen organizar en forma de jerarquías.

## ***Hechos:***

Colecciones de datos relacionados compuestas por medidas y un contexto.

- Las dimensiones determinan el contexto de los hechos.
- Cada hecho particular está asociado a un miembro de cada dimensión.

## ***Medidas:***

Atributos numéricos asociados a los hechos (lo que realmente se mide).

Ejemplos: Volumen de las ventas, coste asociado a un producto, número de transacciones efectuadas, porcentaje de beneficios, etc.

## **1.9 Estructura para representar los modelos multidimensionales**

El modelo multidimensional suele representarse por tablas organizadas en estructuras especializadas llamadas esquemas en estrella y esquemas en copo de nieve. Estos esquemas relacionan una tabla de hechos a varias tablas de dimensiones. Los esquemas en estrella utilizan una tabla única para cada dimensión, incluso en presencia de jerarquías, lo que da las

tablas de dimensiones sin normalizar. Por otro lado, los esquemas en copo de nieve utilizan tablas normalizadas para las dimensiones y sus jerarquías (Malinowski & Zimányi, 2008).

## 1.9.1 Esquema en estrella

En un esquema en estrella, sólo hay una tabla de hechos central, y un conjunto de tablas de dimensiones, una para cada dimensión, un ejemplo de esto se muestra en la figura 3. En un esquema en estrella, las tablas de dimensiones pueden contener redundancia, especialmente en la presencia de jerarquías: las tablas no están necesariamente normalizadas. Este es el caso para las dimensiones producto y almacén en la figura 3. De hecho, todos los productos pertenecientes a la misma categoría tendrán la información redundante de los atributos que describen la categoría y la subcategoría. La situación es similar para la dimensión almacén con respecto a los atributos que describen la localidad y la provincia (Malinowski & Zimányi, 2008).

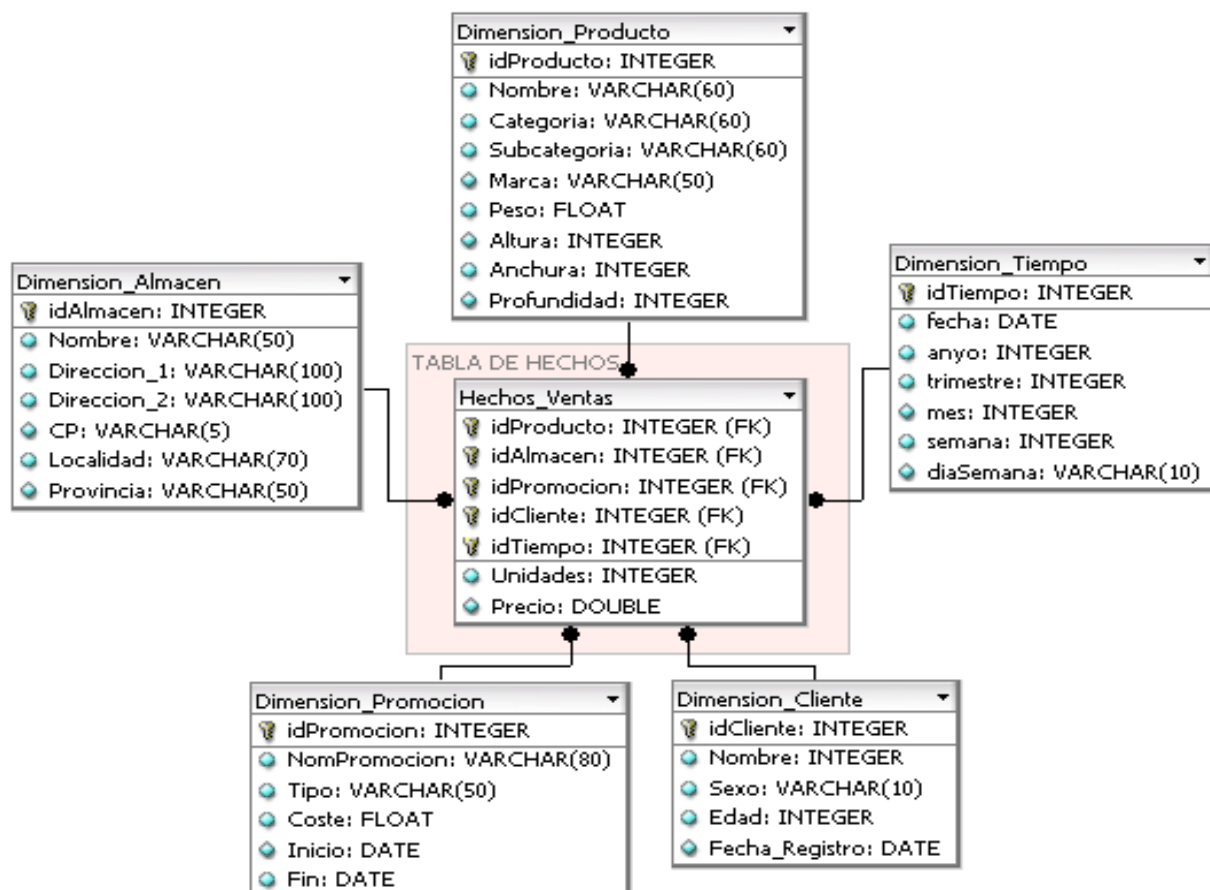


Figura 3: Esquema en estrella

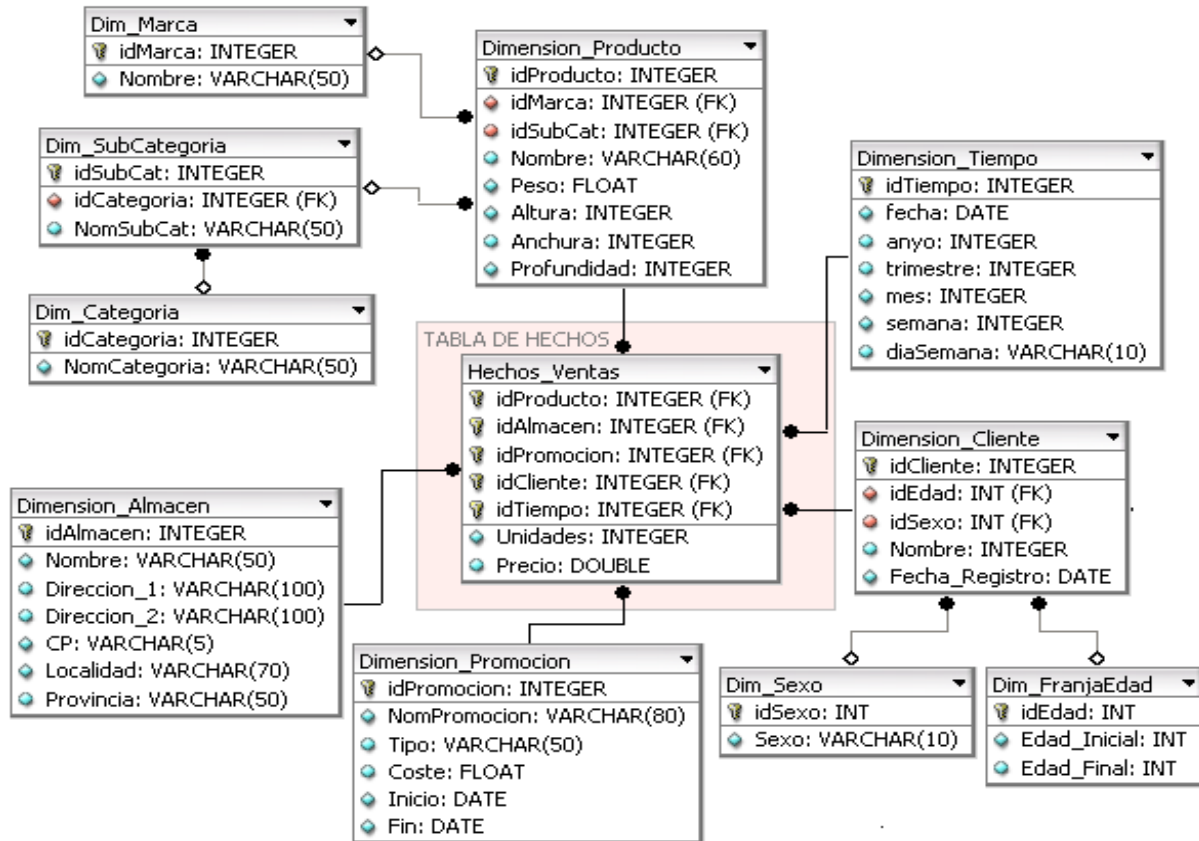
Este modelo debe estar totalmente desnormalizado. Las ventajas que trae aparejada la desnormalización, son las de obviar uniones entre las tablas cuando se realizan consultas, procurando así un mejor tiempo de respuesta y una mayor sencillez con respecto a su utilización. El punto en contra, es que se genera un cierto grado de redundancia (Bernabeu, 2007).

A continuación se destacarán algunas características de este modelo (Bernabeu, 2007):

- Posee los mejores tiempos de respuesta.
- Su diseño es fácilmente modificable.
- Simplifica el análisis.

## **1.9.2 Esquema en copo de nieve**

Un esquema en copo de nieve evita la redundancia de los esquemas en estrella por la normalización de las tablas de dimensiones. Por lo tanto, una dimensión está representada por varias tablas relacionadas. Un ejemplo de un esquema de copo de nieve se muestra en la figura 4, donde la dimensión producto está representada por tablas normalizadas. Las tablas normalizadas son fáciles de mantener y reducen el espacio de almacenamiento al eliminar la redundancia de los datos, pero su mayor desventaja es que disminuye el rendimiento (Malinowski & Zimányi, 2008).



**Figura 4: Esquema en copo de nieve**

Como se puede apreciar en la figura 4, existe una tabla de hechos central que está relacionada con una o más tablas de dimensiones, quienes a su vez pueden estar relacionadas o no con una o más tablas de dimensiones, constituyendo así jerarquías.

Se pueden definir las siguientes características de este tipo de modelo:

- Posee mayor complejidad en su estructura.
- Hace una mejor utilización del espacio.
- Las dimensiones están normalizadas, por lo que requiere menos esfuerzo de diseño.
- Puede desarrollar clases de jerarquías fuera de las dimensiones, que permiten realizar análisis de lo general a lo detallado y viceversa.

## 1.10 Fases para realizar el modelo multidimensional

Los autores (Malinowski & Zimányi, 2008) proponen un método general para realizar un modelo multidimensional, en el cual se siguen dos fases, la fase especificación de las necesidades de análisis y el diseño conceptual. Además distinguieron tres enfoques llamados, basado en el análisis, basado en la fuente y basado en el análisis/fuente. La fase del diseño conceptual varía en función del enfoque adoptado para la fase de especificación de las necesidades de análisis. A continuación se muestran las fases y los enfoques mencionados anteriormente.

## **1.10.1 Especificación de las necesidades de análisis**

La especificación de las necesidades de análisis es la primera fase que se emplea en la confección del modelo multidimensional para el desarrollo de la herramienta de soporte para el proceso de toma de decisiones y por lo tanto implica importantes problemas si es defectuosa o incompleta. Es esencial prestarle gran atención a esta fase debido a que ésta garantizará que el modelo de datos que se desarrollará, cumplirá con las necesidades de los usuarios y contará con el apoyo que se espera para el proceso de toma de decisiones. La especificación de las necesidades de análisis es muy importante pues determina, entre otras cosas, qué datos deben estar disponibles y cómo deben ser organizados. Ésta debe llevar a descubrir los elementos esenciales de un esquema multidimensional, es decir, los hechos con las medidas asociadas, las dimensiones y las jerarquías.

A continuación se presenta un marco general para la fase de especificación de las necesidades de análisis, que se basa en los enfoques existentes mencionados anteriormente.

### **1.10.1.1 Enfoque basado en el análisis**

En el enfoque basado en el análisis, la fuerza impulsora para el desarrollo del esquema conceptual son los requisitos del negocio o del usuario. Estos requisitos expresan los objetivos organizacionales y las necesidades que se espera aborde el modelo de datos que se empleará para desarrollar el sistema para apoyar el proceso de toma de decisiones. Dado que los usuarios en varios niveles de gestión pueden requerir del apoyo del sistema, la identificación de los principales usuarios es un aspecto importante. La información recogida sirve como una base para el desarrollo del esquema inicial del modelo multidimensional.

Los pasos en la fase de especificación de las necesidades de análisis en el enfoque basado en el análisis son los siguientes:



**Paso 1: Identificar los usuarios.** Debido a que la herramienta que se desarrollará a partir del modelo multidimensional que se propondrá en el presente trabajo ofrecerá apoyo en la toma de decisiones en la subdirección de Investigación y Postgrado de CEGEL de la facultad 3, diferentes niveles jerárquicos de la organización deben ser considerados.

**Paso 2: Determinar las necesidades de análisis.** La determinación de las necesidades de análisis ayuda a los desarrolladores a entender los datos que deben estar disponibles para desarrollar la herramienta de soporte. En esta fase se deben identificar los hechos con medidas y dimensiones con jerarquías, el orden en que se detectan estos elementos no es importante.

### 1.10.1.2 Enfoque basado en la fuente

El enfoque basado en la fuente se basa en los datos disponibles en los sistemas de fuente. Su objetivo es la identificación de todos los esquemas multidimensionales candidatos que se pueden implementar de manera realista en la parte superior de las bases de datos operacionales disponibles. Estas bases de datos se analizan de forma exhaustiva con el fin de descubrir los elementos que pueden representar los hechos asociados con las medidas y las dimensiones con jerarquías. La identificación de estos elementos da lugar a un esquema de almacenamiento de datos inicial que puede corresponder a varios fines de análisis diferentes.

Los pasos que se siguen en la especificación de las necesidades de análisis en el enfoque basado en la fuente se describen a continuación:

**Paso 1: Identificar los sistemas de origen.** El objetivo de este paso es determinar los sistemas operacionales existentes.

Este paso se basa en la documentación del sistema, preferiblemente representados mediante el modelo Entidad Relación o tablas relacionales.

**Paso 2: Aplicar procesos de derivación.** Diversas técnicas se pueden aplicar para derivar elementos multidimensionales de bases de datos operacionales. Todas estas técnicas requieren que las bases de datos operacionales estén representadas mediante el modelo Entidad Relación o tablas relacionales.

La identificación de relaciones de hechos y medidas es el aspecto más importante de este enfoque, ya que éstos constituyen la base para la construcción de esquemas multidimensionales.

Varios procedimientos se pueden aplicar para derivar las dimensiones y las jerarquías. Estos procedimientos pueden ser automáticos, semiautomáticos, o manuales.

### **1.10.1.3 Enfoque basado en el análisis/fuente**

El enfoque basado en análisis/fuente en la fase especificación de las necesidades de análisis combina los enfoques anteriormente descritos, que pueden ser utilizados en paralelo. Por lo tanto, dos tipos de actividades se pueden distinguir: una que corresponde a las demandas del negocio (como se describe en el enfoque basado en el análisis) y otra que representa los pasos necesarios para crear un esquema multidimensional de bases de datos operacionales (como se describe en el enfoque basado en la fuente). Cada tipo de actividad da lugar a la identificación de los elementos de los esquemas multidimensionales iniciales.

### **1.10.2 Diseño conceptual**

En esta fase se construye el esquema inicial del modelo conceptual a partir de los elementos identificados en la fase anterior. El propósito de este esquema es representar un conjunto de necesidades de información de una manera clara y concisa que puedan ser entendidas por los usuarios. Este esquema servirá como una base para las tareas de análisis que desempeñarán los usuarios; también será utilizado por los desarrolladores durante la evolución futura de la herramienta de soporte. Sin embargo, dependiendo del enfoque utilizado para la especificación de las necesidades de análisis, varios aspectos deben ser considerados antes de desarrollar el esquema conceptual.

#### **1.10.2.1 Enfoque basado en el análisis**

El estudio de las necesidades de análisis conduce al desarrollo de un esquema multidimensional.

En este enfoque se recomienda desarrollar un modelo conceptual para mejorar la comunicación con los usuarios no expertos.

El esquema multidimensional debe ser validado a través de los escenarios de análisis, también mediante consultas, emitidas por los usuarios en los diferentes niveles de organización.

#### **1.10.2.2 Enfoque basado en la fuente**

Después de que los esquemas operacionales se han analizado, el esquema multidimensional de la herramienta de soporte se desarrolla. Dado que no todos los hechos serán de interés

para el propósito de apoyo a las decisiones, las aportaciones de los usuarios es necesaria para identificar qué hechos son importantes. En esta etapa es sencilla de obtener una especificación de las asignaciones (muestra los diferentes tipos de jerarquías), ya que los esquemas multidimensionales resultantes se basan en datos de origen.

Al igual que en el enfoque basado en el análisis, se recomienda un modelo conceptual, con el fin de facilitar la comunicación futura con los usuarios de negocio y la evolución del esquema.

### **1.10.2.3 Enfoque basado en el análisis/fuente**

En el enfoque basado en el análisis/fuente, dos actividades se llevan a cabo, dirigidas tanto a las necesidades de análisis de la futura herramienta de soporte como a la exploración de los sistemas de fuente de la herramienta. El esquema obtenido a partir del enfoque basado en el análisis identifica la estructura de la herramienta de soporte que surge de las necesidades de análisis. El enfoque basado en la fuente da lugar a un esquema de la herramienta que puede ser extraída de las bases de datos operacionales existentes. Después de que ambos esquemas iniciales se han desarrollado, un acoplamiento de ellos se realiza.

## **1.11 Conclusiones parciales**

Con el estudio realizado en este capítulo, se muestra la importancia de la clasificación de las universidades a la hora de los estudiantes optar por los mejores centros de educación superior, así como determinar cuáles tienen mayor impacto en la web, o las que presentan mayor prestigio por los resultados obtenidos en la investigación científica. Se seleccionaron los indicadores que se miden en el Balance de Ciencia y Técnica en la facultad 3 que formarán parte de la propuesta que se realizará en el presente trabajo. Con la confección de un modelo multidimensional empleando tecnología OLAP se podrá desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias tácticas para hacer más fácil el proceso de toma de decisiones en la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL, el cual estará representado en un esquema en estrella y desarrollado siguiendo las fases especificación de las necesidades de análisis y diseño conceptual, propuestas por (Malinowski & Zimányi, 2008), empleando el enfoque basado en el análisis.

## CAPÍTULO II: PROPUESTA DE SOLUCIÓN

### 2.1 Introducción

Los rankings seleccionados, el Ranking Web de Universidades del Mundo y el Ranking Iberoamericano SIR tienen la similitud de que ambos se emplean para conocer la calidad de investigación de las universidades. Los criterios de evaluación en ambos ranking se refieren a una de las áreas de actividades de las universidades, es decir, la investigación. Para contribuir con el proceso de análisis y toma de decisiones por parte de la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL de la facultad 3, se decidió realizar un modelo de datos multidimensional que servirá para que los desarrolladores comprendan las necesidades de análisis permitiendo desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica.

La Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL se encarga de coordinar todas las actividades de investigación en el centro. Este departamento es responsable de incrementar los valores de los indicadores que tienen mayor relevancia y visibilidad.

En el presente capítulo se realizará un modelo multidimensional siguiendo una serie de fases y pasos elegidos al concluir el capítulo1.

### 2.2 Fases para desarrollar el modelo multidimensional

Para desarrollar el modelo multidimensional que se propone en el presente capítulo se siguieron dos fases: Especificación de las necesidades de análisis y Diseño conceptual, empleando el enfoque basado en el análisis pues no se cuenta con una base de datos operacional que contenga los datos necesarios para realizar el modelo multidimensional, por lo que los enfoques basado en la fuente y basado en el código/fuente no se pueden emplear.

#### 2.2.1 Especificación de las necesidades de análisis

Empleando el enfoque basado en el análisis se determinaron las necesidades de análisis, a partir de las cuales se identificaron los hechos, medidas y dimensiones que conformarán el modelo de datos; además se identificaron los grupos de usuarios en varios niveles de gestión que pueden requerir del apoyo de la futura herramienta de soporte que se desarrollará a partir del modelo de datos que se propone en este trabajo. A continuación se detallan los pasos seguidos en esta fase.

### 2.2.1.1 Identificar los usuarios

En este primer paso se identificaron usuarios en distintos niveles de gestión, que son los que toman decisiones estratégicas, tácticas u operacionales relacionadas con el proceso de investigación. Se establecieron 3 grupos de usuarios:

**Ejecutivo:** el jefe del centro.

**Administración:** los representantes de la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL, y los responsables del Balance de Ciencia y Técnica.

**Profesional:** los representantes de investigación de los departamentos que pertenecen al centro, es decir, Informática Jurídica y Gestión Gubernamental.

### 2.2.1.2 Determinar las necesidades de análisis

Para determinar las necesidades de análisis, primero se realiza la especificación de los objetivos. Para realizar el modelo multidimensional que permita desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado de CEGEL, se identificó un objetivo general y es contribuir a mejorar la posición de la UCI en el ranking de universidades. Este objetivo se puede descomponer en 3 sub-objetivos relacionados con la mejora de las puntuaciones en 2 indicadores de evaluación del Ranking Web Mundial de Universidades: ficheros ricos y académico; y 1 indicador del Ranking Iberoamericano SIR: producción científica. El indicador ficheros ricos (10 % de la puntuación del ranking) consiste en el número de documentos (pdf, doc, docx, ppt, pptx, ps, eps) que se recuperan de Google y que se encuentran en los sitios que tienen el dominio de la universidad. El indicador académico (30 %) se refiere al número de documentos de Google Académico y al número de documentos de Scimago y que, al igual que el indicador ficheros ricos, se encuentran en los sitios que tienen el dominio de la universidad. El indicador producción científica indica el número de publicaciones en revistas científicas referenciadas en Scopus, y es el que determina el lugar que ocupa cada institución en el ranking.

Luego del estudio que se realizó en el capítulo anterior sobre los indicadores que se miden en el Balance de Ciencia y Técnica del centro CEGEL y los indicadores que se emplean para clasificar las universidades en el Ranking Web de Universidades del Mundo y el Ranking Iberoamericano SIR, se identificó que la información relacionada con el indicador publicaciones científicas es la que interesa para realizar el modelo de datos.

Teniendo en cuenta que para cumplir los objetivos se requiere de decisiones basadas en el análisis de las situaciones existentes, se realizó un análisis de las necesidades donde se tuvo en cuenta las publicaciones científicas. A continuación se muestran estas necesidades:

### 1. Publicaciones científicas:

- a) Número total de publicaciones teniendo en cuenta la ubicación web en la que sean publicadas, es decir, Revistas Científicas referenciadas en Scopus, Revistas Científicas Nacionales Arbitradas, Revistas referenciadas en la Web of Science, repositorio institucional de la UCI, series internas, etc.
- b) Número total de publicaciones en diversos períodos de tiempo, teniendo en cuenta las divisiones naturales de los meses, trimestres y años, así como el calendario académico, representados por semestres y años académicos.
- c) Número total de publicaciones teniendo en cuenta diversos tipos de publicaciones, es decir, libros, tesis, artículos, así como el formato del documento.
- d) Número total de publicaciones clasificadas por el investigador, el centro y el departamento al que pertenece.
- e) El costo de publicación teniendo en cuenta la ubicación en la que se realizó ésta.

Luego de determinar las necesidades de análisis, se identificaron las dimensiones, las medidas, y los hechos que conformarán el modelo multidimensional, a continuación se mencionan dichos elementos.

### **Medidas**

En este caso se detectaron dos medidas, la cantidad total de publicaciones científicas y el costo de publicación.

### **Dimensiones**

Luego de conocer las necesidades de los usuarios se identificaron 5 dimensiones: ubicación web, tiempo de calendario, tiempo académico, tipo de publicación, e investigador.

### **Hechos**

Se identificó un hecho y es publicaciones científicas.

A continuación se muestra una tabla con toda la información de las dimensiones y medidas identificadas del análisis de las necesidades.

Dimensiones/Medidas	Escenarios de análisis				
	1 a)	1 b)	1 c)	1 d)	1 e)
Ubicación web	x				x
Tiempo de calendario		x			
Tiempo académico		x			
Tipo de publicación	x	x	x	x	x
Costo de publicación					x
Investigador				x	

**Tabla 1: Especificación de las dimensiones para los escenarios de análisis**

El anterior escenario de análisis indica que hubo un foco de análisis, que en un modelo multidimensional se corresponde con una relación de hechos, es decir, publicaciones científicas. Para esta relación de hechos se estableció una lista de dimensiones y medidas.

A continuación se explican los componentes de la tabla 1:

La dimensión Ubicación web indica el lugar en el que está situada la publicación.

La dimensión Tiempo de calendario permitirá determinar las publicaciones que se realizaron por mes, trimestre y año y la dimensión Tiempo académico las que se efectuaron en un semestre o en un año, estas dimensiones de tiempo ayudarán, por ejemplo a determinar la evaluación trimestral o semestral de los investigadores según las publicaciones que realizaron.

La dimensión Tipo de publicación ayudará a determinar las publicaciones de tipo libro, artículo, tesis etcétera, además del formato en que fue publicada.

La dimensión Investigador es para saber las publicaciones que se realizaron por investigador, conociendo al departamento y centro al que pertenece.

La medida costo de publicación es muy importante a la hora de conocer si el presupuesto con que cuenta el centro para este fin es suficiente para publicar en un sitio u otro.

### **2.2.2 Diseño conceptual**

Luego de haberse realizado la especificación de las necesidades de análisis, esta fase proporcionó los elementos necesarios para construir el esquema inicial de la herramienta de soporte.

Primeramente se realizó el modelo conceptual.

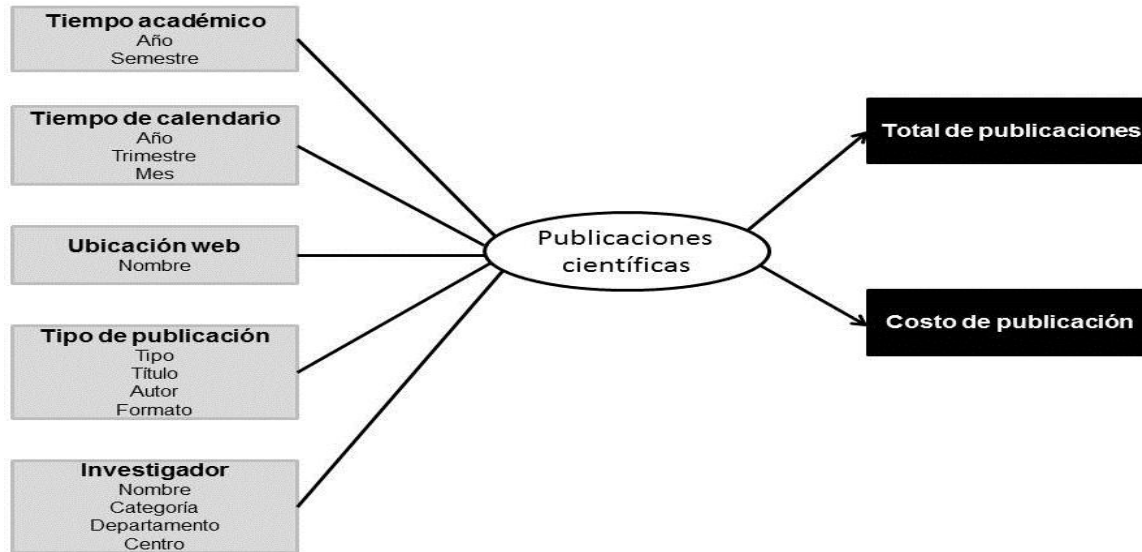
#### **2.2.2.1 Modelo conceptual**

En el modelo conceptual resultante de la información anterior, las perspectivas corresponden con las dimensiones que se identificaron en la especificación de las necesidades de análisis y los indicadores con las medidas.

La relación mediante la cual se unen las diferentes perspectivas, para obtener como resultado los indicadores, es “Publicaciones científicas”.

En la figura 5 se muestra el modelo conceptual resultante.





**Figura 5: Modelo conceptual**

**2.2.2.2 Descripción de las tablas de dimensiones y del hecho identificados**

Como se mencionó anteriormente, cada perspectiva constituye una dimensión y la relación constituye un hecho.

Para detallar más las dimensiones y los hechos, se construyó una serie de tablas que se muestran a continuación.

Primeramente se determinó el nombre que identificará la tabla de dimensión y la tabla de hecho. Seguidamente se añadirá un campo que constituya la clave principal de dicha tabla y finalmente se redefinirán los nombres de los campos que conformarán la dimensión.

La dimensión asociada a la perspectiva “Tiempo académico” tendrá como nombre “Dim\_Tiempo\_Academico”. El atributo denominado “idTiempoA” representa el identificador del tiempo académico, que en el modelo multidimensional constituye la llave primaria. A continuación se muestra la descripción de dicha tabla de dimensión:

<b>Nombre: Dim_Tiempo_Academico</b>		
<b>Descripción: Tabla de dimensión del modelo multidimensional que almacenará los datos asociados a la perspectiva Tiempo académico.</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>

<b>idTiempoA</b>	Integer (10)	Identificador del tiempo académico.
<b>annoAcademico</b>	Integer (10)	Año del tiempo académico.
<b>semestre</b>	Integer (10)	Semestre del tiempo académico.

**Tabla 2: Descripción de la tabla de dimensión Dim\_Tiempo\_Academico**

La dimensión asociada a la perspectiva “Tiempo de calendario” tendrá como nombre “Dim\_Tiempo\_Calendario”. El atributo denominado “idTiempoC” representa el identificador del tiempo de calendario, que en el modelo multidimensional constituye la llave primaria. A continuación se muestra la descripción de dicha tabla de dimensión:

<b>Nombre: Dim_Tiempo_Calendario</b>		
<b>Descripción: Tabla de dimensión del modelo multidimensional que almacenará los datos asociados a la perspectiva Tiempo de calendario.</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>idTiempoC</b>	Integer (10)	Identificador del tiempo de calendario.
<b>annoCalendario</b>	Integer (10)	Año del tiempo de calendario.
<b>trimestre</b>	Integer (10)	Trimestre del tiempo de calendario.
<b>mes</b>	Integer (10)	Mes del tiempo de calendario.

**Tabla 3: Descripción de la tabla de dimensión Dim\_Tiempo\_Academico**

La dimensión asociada a la perspectiva “Ubicación web” tendrá como nombre “Dim\_Ubicacion\_Web”. El atributo denominado “idUbicacion” representa el identificador de la ubicación web de la publicación, que en el modelo multidimensional constituye la llave primaria. A continuación se muestra la descripción de dicha tabla de dimensión:

<b>Nombre: Dim_Ubicacion_Web</b>
----------------------------------

<b>Descripción: Tabla de dimensión del modelo multidimensional que almacenará los datos asociados a la perspectiva Ubicación web.</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>idUbicacion</b>	Integer (10)	Identificador de la ubicación web.
<b>nombreUbicacion</b>	Varchar (50)	Nombre de la ubicación web.

**Tabla 4: Descripción de la tabla de dimensión Dim\_Ubicacion\_Web**

La dimensión asociada a la perspectiva “Tipo de publicación” tendrá como nombre “Dim\_Tipo\_Publicaciones”. El atributo denominado “idPublicacion” representa el identificador del tipo de publicación, que en el modelo multidimensional constituye la llave primaria. A continuación se muestra la descripción de dicha tabla de dimensión:

<b>Nombre: Dim_Tipo_Publicaciones</b>		
<b>Descripción: Tabla de dimensión del modelo multidimensional que almacenará los datos asociados a la perspectiva Tipo de publicación.</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>idPublicacion</b>	Integer (10)	Identificador del tipo de publicación.
<b>tipoPublicacion</b>	Varchar (50)	Tipo de publicación.
<b>tituloPublicacion</b>	Varchar (80)	Título de la publicación.
<b>autorPublicacion</b>	Varchar (50)	Autor de la publicación.
<b>formatoPublicacion</b>	Varchar (50)	Formato de la publicación.

**Tabla 5: Descripción de la tabla de dimensión Dim\_Tipo\_Publicación**

La dimensión asociada a la perspectiva “Investigador” tendrá como nombre “Dim\_Investigador”. El atributo denominado “idInvestigador” representa el identificador del investigador, que en el

modelo multidimensional constituye la llave primaria. A continuación se muestra la descripción de dicha tabla de dimensión:

<b>Nombre: Dim_Investigador</b>		
<b>Descripción: Tabla de dimensión del modelo multidimensional que almacenará los datos asociados a la perspectiva Investigador.</b>		
<b>Atributo</b>	<b>Tipo</b>	<b>Descripción</b>
<b>idInvestigador</b>	Integer (10)	Identificador del investigador.
<b>nombreInvestigador</b>	Varchar (50)	Nombre del investigador.
<b>categInvestigador</b>	Varchar (50)	Categoría del investigador.
<b>dptoInvestigador</b>	Varchar (50)	Departamento a que pertenece el investigador.
<b>centroInvestigador</b>	Varchar (50)	Centro a que pertenece el investigador.

**Tabla 6: Descripción de la tabla de dimensión Dim\_Investigador**

En la tabla de hechos la clave primaria estará compuesta por la combinación de las claves primarias de cada tabla de dimensión relacionada el hecho corresponde con la relación identificada en el modelo conceptual.

La tabla de hechos que surge de la relación “Publicaciones científicas” será denominada “Hecho\_Publicaciones\_Científicas”, esta tabla tendrá como claves foráneas “idTiempoA”, “idTiempoC”, “idUbicacion”, “idPublicacion” e “idInvestigador”, que constituyen las claves primarias de las tablas de dimensiones relacionadas a esta tabla de hecho. En la siguiente tabla se muestra la descripción de la tabla de hecho “Hecho\_Publicaciones\_Científicas”:

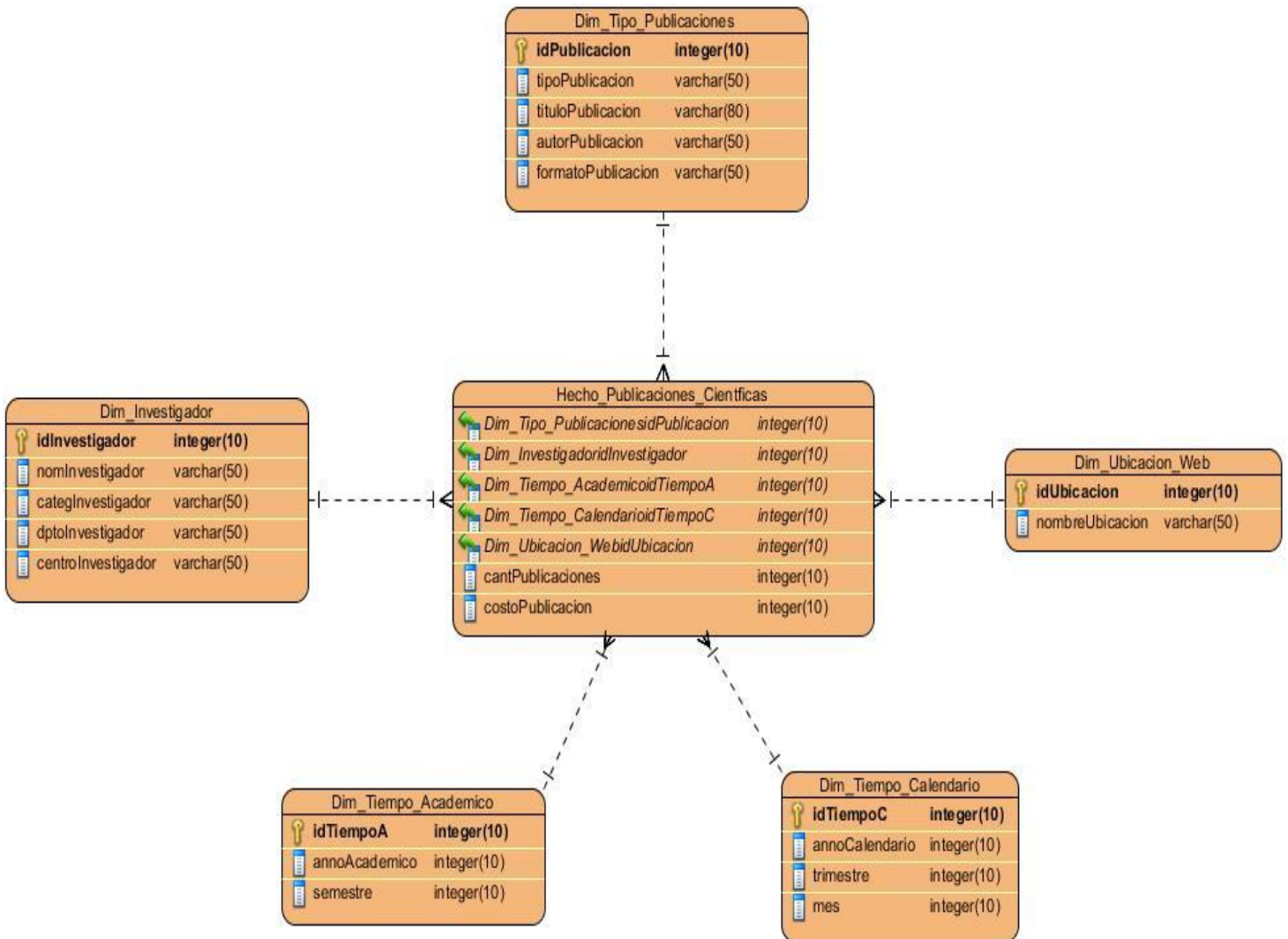
<b>Nombre: Hecho_Publicaciones_Científicas</b>
<b>Descripción: Tabla de hecho del modelo multidimensional que almacenará los datos asociados a las publicaciones que realizarán los investigadores.</b>

Atributo	Tipo	Descripción
<b>idTiempoA</b>	Integer (10)	Identificador del tiempo académico.
<b>idTiempoC</b>	Integer (10)	Identificador del tiempo de calendario.
<b>idUbicacion</b>	Integer (10)	Identificador de la ubicación web.
<b>idPublicacion</b>	Integer (10)	Identificador del tipo de publicación.
<b>idInvestigador</b>	Integer (10)	Identificador del investigador.
<b>cantPublicaciones</b>	Integer (10)	Determina la cantidad de publicaciones que se realizaron.
<b>costoPublicacion</b>	Integer (10)	Determina el costo de la publicación en un sitio determinado.

**Tabla 7: Descripción de la tabla de hecho Hecho\_Publicaciones\_Cientificas**

### 2.2.2.3 Modelo multidimensional

Debido a que luego que se especificaron las necesidades de análisis se detectó un foco de análisis relacionado con las publicaciones científicas, un esquema multidimensional se desarrolló, representado por un esquema en estrella. El modelo multidimensional se muestra en la figura 6.



**Figura 6: Esquema multidimensional para el análisis de las publicaciones científicas**

Este esquema que se realizó contiene los datos necesarios para desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL.

### 2.3 Conclusiones parciales

En este capítulo se realizó la confección de un modelo de datos multidimensional estructurado en un esquema en estrella que servirá para desarrollar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL, posibilitando rápidas respuestas a las consultas que los usuarios realizarán,

ventaja que trae consigo la estructura en estrella, empleada para la confección del modelo de datos.

### CAPÍTULO III: VALIDACIÓN DE LA SOLUCIÓN

#### 3.1 Introducción

Con el fin de validar los resultados obtenidos del presente trabajo, se empleará un método de expertos para evaluar la solución dada a la presente investigación. El método Delphi es el que se utilizará para someter los resultados de este trabajo al análisis de expertos competentes, y de este modo obtener la opinión de ellos de la solución propuesta. Se analizará de forma estadística las respuestas de los expertos elegidos para las encuestas, con el fin de llegar a conclusiones acerca del criterio generalizado de éstos sobre los indicadores seleccionados y el modelo multidimensional que se propone en el presente trabajo.

#### 3.2 Método Delphi

La técnica Delphi es un método de investigación sociológica, que independientemente de que pertenece al tipo de entrevista de profundidad en grupo, se aparta de ellas agregando características particulares. Es una técnica grupal de análisis de opinión, parte de un supuesto fundamental y de que el criterio de un individuo particular es menos fiable que el de un grupo de personas en igualdad de condiciones, en general utiliza e investiga la opinión de expertos (Ruiz Olabuénaga & Ispizua, 1989).

El Método Delphi se empleará para evaluar la importancia y relevancia de los indicadores de ciencia y técnica seleccionados para confeccionar el modelo de datos, también se tendrá en cuenta la valoración de los expertos con respecto a la creación de un modelo de datos que contribuya al desarrollo de una herramienta que de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica en la Subdirección de Investigación y Postgrado que le ayude a tomar decisiones que contribuyan a mejorar la posición de la UCI en el Ranking Web de Universidades del Mundo y el Ranking Iberoamericano.

##### 3.2.1 Características principales

Las principales características del método están dadas por el anonimato de los participantes (excepto el investigador), respuesta de grupo en forma estadística (el grado de consenso se procesa por medio de técnicas estadísticas) y justificación de respuestas (discrepancias/consenso).



Suelen distinguirse tres etapas o fases fundamentales en la aplicación del método, según la variada bibliografía consultada al respecto, estas son:

1. *Fase preliminar.* La selección de los expertos.
2. *Fase exploratoria.* Elaboración y aplicación de los cuestionarios.
3. *Fase final.* Análisis estadísticos y presentación de la información.

Para la aplicación del método es necesario considerar metodológicamente dos aspectos básicos de su caracterización sobre los cuales se sustenta, que son:

- *La selección del grupo de expertos a encuestar:* personas conocedoras, con reconocida competencia y con experiencia en el tema que garantice la confiabilidad de los resultados, creativos e interesados en participar.

Por la limitación de tiempo se determinó que el número de expertos participante no fuera muy numeroso. Según los estudios realizados por los investigadores de la Rand Corporation<sup>4</sup>, el número mínimo de expertos es de 7, debido a que el margen de error disminuye según esta cantidad, no es aconsejable más de 30 expertos (Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, 2005).

- *Elaboración de los cuestionarios:* tener en cuenta la teoría de la comunicación, con mecanismos que reduzcan los sesgos en las respuestas, preguntas claras, precisas e independientes. Suelen ser preguntas cuantitativas para calcular medias y rangos, y cualitativas para la justificación de sus opiniones.

### **3.3 Validación de los indicadores que forman parte del modelo multidimensional**

A continuación se muestra el proceso de validación de los indicadores que forman parte del modelo multidimensional que se propone en el presente trabajo.

#### **3.3.1 Proceso de selección de los expertos**

Para aplicar las encuestas se conformó un panel de 8 expertos, formado por trabajadores docentes de la facultad 3 con conocimiento sobre los indicadores que se miden en el Balance de Ciencia y Técnica, ya sea porque fueron o son asesores de postgrado, o porque trabajan en la Subdirección de Investigación y Postgrado de la facultad. También se tuvo en cuenta para la

---

<sup>4</sup> Centro de investigación estadounidense

selección, cualidades como la seriedad, la responsabilidad y la honestidad para garantizar de esta forma la confiabilidad de las respuestas brindadas por cada uno de ellos.

### 3.3.2 Coeficiente de competitividad de los expertos

A través de una forma que propone el método Delphi, se puede conocer el coeficiente de competencia del conjunto de los expertos seleccionados con el fin de calificar con un valor numérico la confiabilidad brindada por sus criterios.

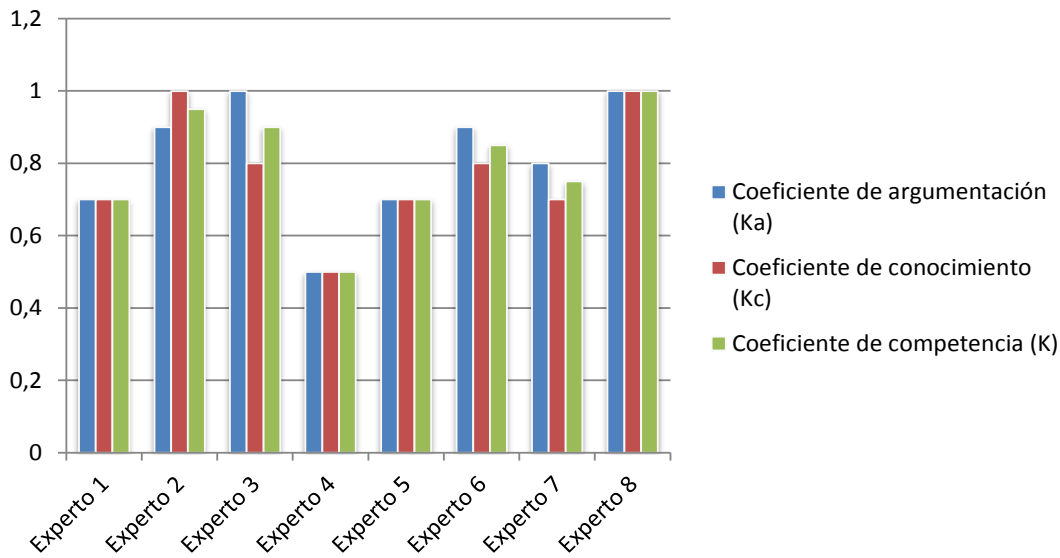
Se realizó una primera encuesta para determinar este coeficiente (Anexo 1). La forma que

plantea Delphi contiene la siguiente fórmula,  $K = \frac{1}{2}(K_c + K_a)$ , donde el valor de **K** es el

coeficiente de competencia del experto. Aquí **K<sub>c</sub>** es el **coeficiente de conocimiento** o información que posee la persona acerca del problema (sobre la base de su auto valoración); sus valores están en una escala de 0 a 10 que para el cálculo se multiplica por 0.1: el cero indica que la persona no posee absolutamente ningún conocimiento de la problemática en estudio, mientras que el 10 expresa pleno conocimiento, esta información se obtiene de la primera tabla que aparece en el Anexo 1 de la primera encuesta realizada a los expertos.

**K<sub>a</sub>** es el coeficiente de argumentación o fundamentación de los criterios de la persona y se obtiene del resultado de la suma de los puntos alcanzados a partir de las respuestas obtenidas en el llenado que hace la persona de la segunda tabla que aparece en la primera encuesta (Anexo 1). Utilizando los valores para cada casilla dados en la primera tabla del Anexo 2, se calcula el valor de **K<sub>a</sub>**. Luego se determina el valor de **K** (según la fórmula dada). El coeficiente **K**, teóricamente, se encuentra siempre entre 0.25 y 1. Mientras más cercano esté el valor de **K** a uno, mayor es el grado de competencia de la persona.

Los resultados obtenidos del coeficiente de competencia de los expertos (**K**) se muestran en la figura 7, análisis que se realizó de las respuestas de los expertos y la fórmula anterior (Anexo 2).



**Figura 7: Coeficiente de los expertos**

La gráfica de la figura 7 muestra que el coeficiente de los expertos seleccionados se encuentra entre 0.5 y 1.0.

A partir de los resultados obtenidos, de los 8 expertos seleccionados para la primera encuesta, se seleccionaron solamente 7 de ellos para que realizaran el segundo cuestionario, los que mayor coeficiente de competencia obtuvieron, es decir que el experto 4 no realizará la segunda ronda de preguntas.

Luego de calculado el coeficiente para cada experto, y de seleccionar a los que se les va a realizar la segunda encuesta, se obtuvo que el promedio de coeficiente de ellos fue de 0.83 por lo cual se considera como buena la selección de expertos realizada (Anexo 2).

### 3.3.3 Procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos

Luego de seleccionar los expertos que participarían en la segunda encuesta, se le envió un cuestionario (Anexo 3) a cada uno de ellos de forma individual para que se pronunciaran con respecto a los indicadores de ciencia y técnica. Debían marcar en una escala de 4 categorías la evaluación que consideraran tenía cada pregunta. Las categorías evaluativas empleadas fueron (en orden descendente): alto (A, C1), medio (M, C2), bajo (B, C3), o ninguno (N, C4),

Estas categorías toman valor de modo descendente (es decir, C1=4, C2=3, C3=2, C4=1). Los resultados que se obtuvieron son los siguientes:

Expertos	Preguntas							
	P1	P2.1	P2.2	P2.3	P2.4	P2.5	P3	P4
E <sub>1</sub>	A	M	A	A	A	A	A	A
E <sub>2</sub>	A	B	M	A	M	A	A	M
E <sub>3</sub>	A	A	A	A	A	A	A	A
E <sub>4</sub>	A	A	A	A	A	A	A	A
E <sub>5</sub>	A	A	A	A	M	A	A	M
E <sub>6</sub>	A	M	M	A	M	A	A	A
E <sub>7</sub>	A	B	A	A	M	A	A	M

**Tabla 8: Resultados obtenidos al aplicar la segunda encuesta a los expertos**

### 3.3.4 Establecimiento de la concordancia entre los expertos mediante el coeficiente de Kendall

Con el objetivo de comprobar la validez de la solución, los expertos deben tener un alto nivel de concordancia entre ellos, para esto se calcula el Coeficiente de Concordancia de Kendall, el cual permite comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los expertos.

Para determinar el grado de coincidencia se construye una tabla de aspectos a evaluar contra expertos donde se sitúan los rangos de valoración de cada aspecto evaluado por cada uno de los expertos; estos datos son tomados de los resultados de la encuesta de validación, que está resumida en la tabla 9.

	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	Rj
A1	4	4	4	4	4	4	4	28
A2	3	2	4	4	4	3	2	22

<b>A3</b>	4	3	4	4	4	3	4	26
<b>A4</b>	4	4	4	4	4	4	4	28
<b>A5</b>	4	3	4	4	3	3	3	24
<b>A6</b>	4	4	4	4	4	4	4	28
<b>A7</b>	4	4	4	4	4	4	4	28
<b>A8</b>	4	3	4	4	3	4	3	25

**Tabla 9: Aspectos a evaluar contra expertos**

Después de la elaboración de la tabla se realizan los siguientes pasos (ver Anexo 4 para consultar los cálculos):

- Determinar la suma de los valores numéricos asignados a cada aspecto a evaluar, según el criterio dado por cada experto (j), este valor aparece en la última columna ( $R_j$ ) de la tabla 9.
- Determinar el valor medio de las  $R_j$ , dado por la sumatoria de los  $R_j$  entre  $N$ , siendo  $N$  el total de aspectos a evaluar (en este caso  $N = 8$ ).
- Determinar la desviación media, dada por la diferencia entre cada  $R_j$  y el valor de la media.
- Determinar la suma de los cuadrados de las desviaciones medias,  $S$ .
- Determinar el cuadrado del número total de expertos,  $K$ . En este caso  $K = 7$ .
- Determinar el cubo del número total de aspectos a evaluar,  $N$ .
- Determinar la diferencia entre el cubo de  $N$  y  $N$  y su multiplicación por el cuadrado de  $K$ .

Al tener todos los datos anteriores, se calcula el Coeficiente de Concordancia de Kendall ( $W$ ) aplicando la siguiente fórmula:

$$W = \frac{8 * S}{K^2 (N^3 - N)}$$

$$W = 0,0359248$$

El coeficiente  $W$  ofrece el valor que posibilita decidir el nivel de concordancia entre los expertos. El valor de  $W$  siempre es positivo y oscila entre 0 y 1. Con el coeficiente de Kendall se puede calcular el Chi cuadrado real con el objetivo de ver si existe o no concordancia entre los expertos, éste se obtiene a través de la fórmula siguiente:  $X^2 = K(N - 1)W$

El Chi cuadrado calculado se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de Chi-Cuadrado, con una probabilidad de error de 0,05. Si  $X^2_{\text{real}} < \chi^2(\alpha, N-1)$ , entonces existe concordancia en el trabajo de los expertos. Al realizarse los cálculos anteriores, se obtuvo que  $X^2_{\text{real}} = 1,7603152$  y  $X^2(0.05, 7) = 14,0671$ , por lo tanto se cumple que  $1,7603152 < 14,0671$ , comprobando que existe concordancia entre los expertos.

### 3.3.5 Desarrollo práctico y análisis de los resultados

Luego de obtener el resultado de Chi cuadrado y llegar a las conclusiones antes mencionadas con respecto a la concordancia entre los expertos, se realizan una serie de cuestiones para llegar a conclusiones objetivas acerca de los indicadores y la propuesta del modelo de datos.

Para almacenar, representar y analizar los resultados obtenidos, se confeccionaron tablas. En la tabla 16 del Anexo 5, se muestra la frecuencia absoluta por cada pregunta de la encuesta. Luego de tener todos los datos tabulados se procede a la ejecución de los siguientes pasos para la obtención de los resultados esperados:

**Primer paso:** construir la tabla de frecuencias absolutas acumuladas (tabla 17 del Anexo 5) a partir de la tabla 16 del Anexo 5. Los valores de casilla en cada fila se obtienen sumando cada valor con el anterior (excepto la primera casilla).

**Segundo paso:** copiar la tabla anterior y borra los resultados numéricos. Aquí, construir la tabla 18 del Anexo 5 de frecuencias relativas acumuladas dividiendo cada uno de los números de la tabla anterior por el número total de expertos (en este caso 7).

**Tercer paso:** buscar imágenes de los elementos de la tabla 18 por medio de la función (Distribución Normal Standard Invertida). Dichas imágenes se representan añadiendo a la tabla anterior tres columnas y una fila para representar los siguientes resultados:

- Suma: sumatoria de cada fila y de cada columna según sea el caso.
- P: promedio de la suma de cada fila.

- N: división de la sumatoria de las sumas de las filas entre el resultado de multiplicar el número de categorías (4) por el número de preguntas (8).
- N-P: es entonces el valor promedio que le otorgan los expertos consultados a cada pregunta o afirmación sobre el proceso.
- Punto de corte: promedio de la suma de cada columna.

La tabla 10 que se muestra a continuación resume lo dicho en los puntos anteriores:

<b>N=0.68</b>								
<b>No.</b>	<b>Aspectos</b>	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>	<b>Suma</b>	<b>P</b>	<b>N-P</b>	
1	Pregunta 1	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	-0.32	Alto
2	Pregunta 2.1	0.43	0.71	1.0	2.14	0.71	-0.03	Alto
3	Pregunta 2.2	0.71	1.0	1.0	2.71	0.90	-0.22	Alto
4	Pregunta 2.3	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	-0.32	Alto
5	Pregunta 2.4	0.43	1.0	1.0	2.43	0.81	-0.13	Alto
6	Pregunta 2.5	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	-0.32	Alto
7	Pregunta 3	1.0	1.0	1.0	3.0	1.0	-0.32	Alto
8	Pregunta 4	0.57	1.0	1.0	2.57	0.86	-0.18	Alto
<b>Suma</b>		<b>6.14</b>	<b>7.71</b>	<b>8.0</b>	<b>21.85</b>			
		0.7	0.96	1.0				

**Tabla 10: Puntos de corte**

Los puntos de corte se utilizan para determinar la categoría o grado de adecuación de cada criterio según la opinión de los expertos consultados, estos son los valores que se encuentran en la última fila de la tabla anterior. El grado de adecuación se obtiene a partir de la siguiente tabla:

Alto	Medio	Bajo	Ninguno
N-P $\leq$ 0.7	$>$ N-P $\leq$ 0.96	$>$ N-P $\leq$ 1.0	-

**Tabla 11: Grados de adecuación**

Luego de aplicado el método Delphi, de los cuestionarios realizados a los 7 expertos seleccionados, se obtuvo resultados satisfactorios, pues el grado de adecuación de las preguntas realizadas a los expertos valoraron que era Alto, por lo que se consideró suficiente una sola ronda de preguntas.

### 3.4 Validación del modelo multidimensional

El proceso para la validación del modelo multidimensional propuesto en el presente trabajo se muestra a continuación.

#### 3.4.1 Proceso de selección de los expertos

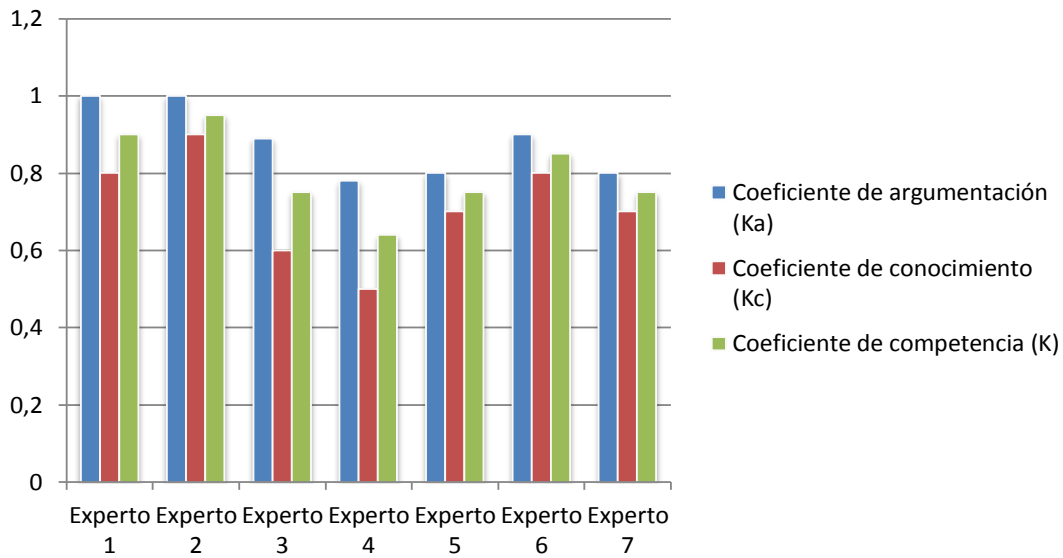
Se conformó un panel de 7 expertos, compuesto por profesores que tienen conocimiento de base de datos por su experiencia al impartir esta asignatura, además tienen cierto dominio sobre los modelos multidimensionales debido a los cursos que han pasado sobre el tema de los modelos multidimensionales. También al igual que para la selección de los expertos en los indicadores de ciencia y técnica, se tuvo en cuenta para la selección cualidades como la seriedad, la responsabilidad y la honestidad para garantizar de esta forma la confiabilidad de las respuestas brindadas por cada uno de ellos.

#### 3.4.2 Coeficiente de competitividad de los expertos

Al panel de expertos se le aplicó una primera encuesta (Anexo 6) para determinar el coeficiente de competitividad de cada uno de ellos, esta información aparece en el Anexo 7.

Los resultados obtenidos del coeficiente de competencia de los expertos (K) se muestran en la figura 8, análisis que se realizó de las respuestas de los expertos y la fórmula de K mostrada anteriormente (Anexo 7).





**Figura 8: Coeficiente de los expertos**

La gráfica de la figura 8 muestra que el coeficiente de los expertos seleccionados se encuentra entre 0.64 y 0.95.

El promedio del coeficiente de competencia del panel de expertos es de 0.8 por lo cual se considera como buena la selección de expertos realizada (Anexo 7).

### 3.4.3 Procesamiento estadístico de los datos obtenidos de la consulta a los expertos

A los 7 expertos se les envió un cuestionario en el cual debían evaluar la calidad de un modelo multidimensional conformado en un esquema en copo de nieve. En una escala de 4 categorías debían seleccionar qué evaluación le daban al modelo. Las categorías empleadas fueron (en orden descendente): alta (A, C1), media (M, C2), baja (B, C3), o ninguna (N, C4). Estas categorías toman valor de modo descendente (es decir, C1=4, C2=3, C3=2, C4=1). Debido a la estructura del modelo, los expertos coincidieron que el modelo presentaba una calidad baja o ninguna debido a que no estaba desnormalizado y a que una de las desventajas del esquema en copo de nieve es que afecta el rendimiento, por lo que no era la mejor forma de representarlo.

A partir de la justificación dada por los expertos, se empleó el esquema en estrella para realizar el modelo de datos multidimensional. Se les envió nuevamente la encuesta para que evaluaran

a su consideración la calidad del modelo, esta vez estructurado en estrella (Anexo 8), y los resultados fueron los siguientes:

Aspecto	Expertos						
	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>
A <sub>1</sub>	M	A	M	M	A	A	A
A <sub>2</sub>	A	A	A	M	A	A	A

**Tabla 12: Resultados obtenidos al aplicar la segunda encuesta a los expertos**

### 3.4.4 Establecimiento de la concordancia entre los expertos mediante el coeficiente de Kendall

Para validar el modelo, los expertos deben tener un alto nivel de concordancia entre ellos, es por ello que se calcula el Coeficiente de Concordancia de Kendall, el cual permite comprobar el grado de coincidencia de las valoraciones realizadas por los expertos.

Para determinar el grado de coincidencia se construye una tabla de aspectos a evaluar contra expertos donde se sitúan los rangos de valoración de cada aspecto evaluado por cada uno de los expertos; estos datos son tomados de los resultados de la encuesta de validación, que está resumida en la tabla 13.

	E <sub>1</sub>	E <sub>2</sub>	E <sub>3</sub>	E <sub>4</sub>	E <sub>5</sub>	E <sub>6</sub>	E <sub>7</sub>	R <sub>j</sub>
A <sub>1</sub>	3	4	3	3	4	4	4	25
A <sub>2</sub>	4	4	4	3	4	4	4	27

**Tabla 13: Aspectos a evaluar contra expertos**

Luego, siguiendo los pasos que aparecen en la sección 3.3.3, se determinó el Coeficiente de Concordancia de Kendall (W) (ver Anexo 9 para consultar los cálculos). Para estos cálculos, N que es el total de aspectos a evaluar es 2 y K que es el número de expertos es 7.

Al realizar todos los cálculos, el valor del coeficiente de Kendall que se obtuvo fue 0,2874489.

Este valor se utilizó para calcular Chi cuadrado real con el objetivo de ver si existe o no concordancia entre los expertos, y el resultado que se obtuvo fue 2,0121423.

El Chi cuadrado calculado se compara con el de la tabla inversa de la función de distribución de Chi-Cuadrado, con una probabilidad de error de 0,05. Debido a que  $\chi^2(0.05, 1) = 3,8415$  y  $\chi^2$  real = 2,0121423, se cumple que  $\chi^2$  real <  $\chi^2(\alpha, N-1)$ , por lo que existe concordancia entre los expertos.

### 3.4.5 Desarrollo práctico y análisis de los resultados

A continuación se realizará una serie de cuestiones para llegar a conclusiones objetivas acerca del modelo multidimensional propuesto.

Se confeccionó un conjunto de tablas para almacenar, representar y analizar los resultados obtenidos de la encuesta a los expertos. En la tabla 19 del Anexo 10 se muestra la frecuencia absoluta para cada pregunta de la encuesta. Luego de tener todos los datos tabulados se procede a la ejecución de los pasos siguientes:

**Primer paso:** construir la tabla de frecuencias absolutas acumuladas (tabla 20 del Anexo 10) a partir de la tabla 19 del Anexo 10. Los valores de casilla en cada fila se obtienen sumando cada valor con el anterior (excepto la primera casilla).

**Segundo paso:** copiar la tabla anterior y borra los resultados numéricos. Aquí, construir la tabla 21 del Anexo 10 de frecuencias relativas acumuladas dividiendo cada uno de los números de la tabla anterior por el número total de expertos (en este caso 7).

**Tercer paso:** buscar imágenes de los elementos de la tabla 21 por medio de la función (Distribución Normal Standard Invertida) (la tabla 21 se conforma igual que la tabla 10 de la sección 3.3.5).

La tabla 14 que se muestra a continuación contiene la información necesaria para determinar con ayuda de la tabla 15, el grado de adecuación de los expertos sobre los aspectos que trata la encuesta realizada.

							<b>N=0.57</b>
No.	Aspectos	C1	C2	Suma	P	N-P	

1	Pregunta 1	0.57	1.0	1.57	0.78	-0.21	Alto
2	Pregunta 2	0.85	1.0	1.85	0.92	-0.35	Alto
<b>Suma</b>		<b>1.42</b>	<b>2.0</b>	<b>3.42</b>			
		0.71	1.0				

**Tabla 14: Puntos de corte**

Alto	Medio	Bajo	Ninguno
N-P <= 0.71	>N-P <= 1.0	-	-

**Tabla 15: Grados de adecuación**

Luego de analizada la información contenida en las tablas 14 y 15, se obtuvo resultados satisfactorios pues el grado de adecuación de las preguntas realizadas a los expertos resultó alto, por lo que se consideró suficiente una sola ronda de preguntas.

### 3.5 Conclusiones parciales

Para aplicar el método Delphi se seleccionaron dos grupos de expertos conformados por 7 integrantes cada uno, los cuales presentaron un alto coeficiente de competencia, resultado que arrojó la primera encuesta enviada a estos. Con la aplicación del método Delphi se pudo validar el modelo de datos propuesto en el presente trabajo y también los indicadores de ciencia y técnica que se encuentran en éste, pues existió concordancia entre los expertos con respecto al tema tratado en las encuestas aplicadas. También debido a que el grado de adecuación de todos los aspectos evaluados fue alto, fue suficiente aplicar una sola encuesta a ambos grupos de expertos.

## CONCLUSIONES GENERALES

Al finalizar la presente investigación este trabajo se concluye:

- Debido a la importancia que se le atribuye a la presencia de las universidades en la web a través de las publicaciones científicas que se realizan, por ejemplo, en revistas referenciadas en bases de datos reconocidas internacionalmente, o en sitios que pertenecen al dominio de la universidad y que pueden ser accedidas por el mundo, los ranking que se emplearon para seleccionar los indicadores que contiene el modelo de datos que se propone en este trabajo son el Ranking Web de Universidades del Mundo y el Ranking Iberoamericano SIR.
- Con el modelo multidimensional que se propone en este trabajo se podrá confeccionar una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica para la Subdirección de Investigación y Postgrado del centro CEGEL, pues la tecnología OLAP permite que los usuarios hagan un mejor análisis de los datos debido a que están organizados en varias dimensiones; también los usuarios recibirán respuestas rápidas a las consultas emitidas por ellos que los ayudará a realizar apreciaciones analíticas o de decisión.
- Con la aplicación del método Delphi para validar el modelo de datos multidimensional que se propone en el presente trabajo y los indicadores de ciencia y técnica que aparecen en éste, se obtuvo resultados satisfactorios pues los expertos coincidieron en que el grado de adecuación de cada aspecto tratado en la encuesta es alto.

### RECOMENDACIONES

Luego de concluida la investigación se proponen las siguientes recomendaciones:

- La tecnología OLAP es muy empleada por muchas empresas e instituciones como apoyo a la toma de decisiones para lograr resultados satisfactorios, por lo que se recomienda que con ayuda del modelo de datos multidimensional que se propone en este trabajo se desarrolle una herramienta de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica en la Subdirección de Investigación y Postgrado para el centro CEGEL de la Facultad 3.
- Luego de que se desarrolle la herramienta a partir del modelo multidimensional propuesto, se recomienda que todos los centros de la universidad la utilicen para que les ayude en el proceso de toma de decisiones.

## BIBLIOGRAFÍA

*Grupo de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.* (2005). Retrieved junio 2012, from El método Delphi: <http://www.gtic.ssr.upm.es/encuestas/delphi.htm>

<http://www.che.de>. (2006). Retrieved marzo 10, 2012, from <http://www.che.de>: [http://www.che.de/downloads/Berlin\\_Principles\\_IREG\\_534.pdf](http://www.che.de/downloads/Berlin_Principles_IREG_534.pdf)

*CAPITULO 2 MATERIALES, MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS.* (2009, enero 19). Retrieved febrero 2012, from [http://investigaciones.uci.cu/files/Descargas/Indicadores\\_ciencimetricos/Sistema\\_UCI.pdf](http://investigaciones.uci.cu/files/Descargas/Indicadores_ciencimetricos/Sistema_UCI.pdf)

*Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBok).* (2009). Newtown Square, Pennsylvania: Estados Unidos.

*Dirección de Investigaciones.* (2010). Retrieved febrero 2012, from [http://investigaciones.uci.cu/files/Descargas/Indicadores\\_ciencimetricos/Sistema\\_UCI.pdf](http://investigaciones.uci.cu/files/Descargas/Indicadores_ciencimetricos/Sistema_UCI.pdf)

*Dirección de Investigaciones.* (2010). Retrieved febrero 2012, from [http://investigaciones.uci.cu/forum/viewthread.php?thread\\_id=6&highlight=indicadores&pid=8#post\\_8](http://investigaciones.uci.cu/forum/viewthread.php?thread_id=6&highlight=indicadores&pid=8#post_8)

*Academic Ranking of World Universities 2011.* (2011). Retrieved marzo 2012, from Academic Ranking of World Universities 2011: <http://www.arwu.org/>

*Crece Negocios.com.* (2011). Retrieved marzo 20, 2012, from <http://www.crecenegocios.com/la-toma-de-decisiones>

*IREG Observatory on Academic Ranking and Excellence.* (2011). Retrieved marzo 2012, from IREG Observatory on Academic Ranking and Excellence: <http://www.ireg-observatory.org>

*Sinnexus.* (2011). Retrieved mayo 2012, from [http://www.sinnexus.com/business\\_intelligence/olap\\_vs\\_oltp.aspx](http://www.sinnexus.com/business_intelligence/olap_vs_oltp.aspx)

*SIR SCIMAGO Institutions Ranking.* (2011). Retrieved marzo 2012, from SIR SCIMAGO Institutions Ranking: <http://www.scimagoir.com/>

*EcuRed.* (2012). Retrieved junio 2012, from [http://www.ecured.cu/index.php/Metodo\\_delphi](http://www.ecured.cu/index.php/Metodo_delphi)

*Ranking Web of World Universities*. (2012, Enero). Retrieved marzo 2012, from Ranking Web of World Universities: <http://www.webometrics.info/>

*SIR Scimago Institutions Ranking*. (2012). Retrieved marzo 2012, from SIR Scimago Institutions Ranking: <http://www.scimagoir.com>

*Universidad de Barcelona*. (2012). Retrieved marzo 10, 2012, from Universidad de Barcelona: <http://www.ub.edu/geocrit/aracne/aracne-129.htm>

Abril Frade, D. O., & Pérez Castillo, J. N. (2007, abril). *Sistema de información científica REDALYC*. Retrieved mayo 2012, from Estado actual de las tecnologías de bodega de datos OLAP aplicadas a bases de datos espaciales: <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/643/64327109.pdf>

Aguillo, I. F., & Granadino Goenechea, B. (2006). Indicadores web para medir la presencia de las universidades en la Red. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*.

Bernabeu, R. D. (2007, Noviembre 07). Data warehousing: Investigación y sistematización de conceptos - Hefesto: Metodología propia para la construcción de un Data Warehouse. Córdoba, Argentina.

Carpani, F. (2000). *Facultad de Ingeniería Universidad de la República Uruguay*. Retrieved junio 2012, from <http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/tesis/tesis-carpani.pdf>

Chaudhuri, S., & Dayal, U. (1997). *An overview of data warehousing and OLAP Technology*.

Cheol Shin, J., Toutkoushian, R. K., & Teichler, U. (2011). *University Rankings Theoretical Basis, Methodology and Impacts on Global Higher Education*.

Date, C. J. (2001). *Introducción a los Sistemas de bases de datos*. México.

Han, J., & Kamber, M. (2006). *Data Mining Concepts and Techniques*. San Francisco.

Hobbs, L., Hillson, S., Lawande, S., & Smith, P. (2005). *Oracle Database 10g Data Warehousing*. Oxford.

Inmon, W. H. (2005). *Building the Data Warehouse*. Canadá.

Kimball, R., & Caserta, J. (2004). *The Data Warehouse ETL Toolkit*. Indianápolis.



Malinowski, E., & Zimányi, E. (2008). *Advanced Data Warehouse Design*.

Parisca, S. (1995). *Estrategia y filosofía para alcanzar la calidad total y el éxito en la gestión impresional*. La Habana.

Peralta, V. (2001). *Facultad de Ingeniería Universidad de la República Uruguay*. Retrieved junio 2012, from <http://www.fing.edu.uy/inco/pedeciba/bibliote/tesis/tesis-vperalta.pdf>

Ponniah, P. (2010). *Data warehousing fundamentals for it professionals*. Canadá.

Ruiz Olabuénaga, J., & Ispizua, M. A. (1989). *La descodificación de la vida cotidiana. Métodos de investigación cualitativa*. Bilbao.

Tamayo, M., & Moreno, F. J. (2006, diciembre). *Scielo*. Retrieved abril 2012, from Análisis del modelo de almacenamiento MOLAP frente al modelo de almacenamiento ROLAP: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092006000300016&script=sci\\_arttext&tIng=pt](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-56092006000300016&script=sci_arttext&tIng=pt)

Thomsen, E. (2002). *OLAP solutions: Building Multidimensional Information Systems*.

*Top Universities*. (n.d.). Retrieved marzo 2012, from Top Universities: <http://www.topuniversities.com/university-rankings/world-university-rankings>

Verdecia Martínez, E. Y. (2011). *Metodología para la certificación formativa de roles desde la práctica profesional*. La Habana.

Wrembel, R., & Koncilia, C. (2007). *Data Warehouse and OLAP: concepts, architectures, and solutions*.

*Your Source to Learn about OLAP*. (n.d.). Retrieved marzo 18, 2012, from <http://olap.com>

## ANEXOS

## ANEXO 1. Encuesta de autovaloración para determinar el coeficiente de competencia de los expertos

- 1- Marque el grado de conocimiento que usted considera tener en cuanto a los indicadores de ciencia y técnica.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 2- Marque con una X cuál de las fuentes considera que ha influido en su conocimiento de acuerdo con el grado A, M o B (debe responder todas las fuentes).

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia en el tema			
Trabajos de autores nacionales consultados			
Trabajos de autores extranjeros consultados			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

## ANEXO 2. Cálculos del coeficiente de conocimiento de los expertos

Valores para calcular el coeficiente  $K_a$

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted	0.3	0.2	0.1
Su experiencia en el tema	0.5	0.4	0.2
Trabajos de autores nacionales consultados	0.05	0.05	0.04
Trabajos de autores extranjeros consultados	0.05	0.05	0.04
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero	0.05	0.05	0.04
Su intuición	0.05	0.05	0.04
<b>Total</b>	<b>1.0</b>	<b>0.8</b>	<b>0.5</b>

Para el **Experto 1**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 7,  $K = 0.7$

$$K_a = 0.1+0.4+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.7 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.7 + 0.7) = 0.7$$

Para el **Experto 2**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 10,  $K = 0.95$

$$K_a = 0.2+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.9 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (1.0 + 0.9) = 0.95$$

Para el **Experto 3**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 8,  $K = 0.9$

$$K_a = 0.3+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 1.0 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.8 + 1.0) = 0.90$$

Para el **Experto 4**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 5,  $K = 0.5$

$$K_a = 0.1+0.2+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.5 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.5 + 0.5) = 0.50$$

Para el **Experto 5**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 7,  $K = 0.7$

$$K_a = 0.1+0.4+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.7 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.7 + 0.7) = 0.70$$

Para el **Experto 6**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 8,  $K = 0.85$

$$K_a = 0.2+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.9 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.8 + 0.9) = 0.85$$

Para el **Experto 7**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 7,  $K = 0.75$

$$K_a = 0.2+0.4+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.8 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.7 + 0.8) = 0.75$$

Para el **Experto 8**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 10,  $K = 1.0$

$$K_a = 0.3+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 1.0 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (1.0 + 1.0) = 1.0$$

$$\text{Promedio de } K = \sum K / 7 = (0.7+0.95+0.9+0.7+0.85+0.75+1.0) / 7 = 5.85 / 7$$

$$\text{Promedio de } K = 0.83$$

### ANEXO 3. Cuestionario de evaluación de los indicadores de ciencia y técnica seleccionados para la solución propuesta

1. Seleccione qué importancia le atribuye a las publicaciones científicas. Justifique su elección.

\_\_\_Alta      \_\_\_Media      \_\_\_Baja      \_\_\_Ninguna

2. Seleccione a su consideración según las categorías A (Alta), M (Media), B (Baja) o N (Ninguna), ¿qué relevancia le atribuye a que las publicaciones científicas sean publicadas en las siguientes ubicaciones en la web?

Ubicación en la web	Relevancia			
	A	M	B	N
Series internas				
Revistas nacionales arbitradas				
Revistas referenciadas en bases de datos reconocidas internacionalmente				
Repositorio institucional				
Revistas referenciadas en la Web of Science				

3. ¿Qué importancia le atribuye usted a que las publicaciones en la web permitan el acceso al conocimiento científico a investigadores, instituciones, además de a terceras partes?

\_\_\_Alta      \_\_\_Media      \_\_\_Baja      \_\_\_Ninguna

4. ¿Qué importancia considera usted que tenga la creación de un modelo de datos que contribuya al desarrollo de una herramienta que de soporte a la creación de estrategias de ciencia y técnica en la Subdirección de Investigación y Postgrado

para que le ayude a tomar decisiones que contribuyan a mejorar la posición de la UCI en el Ranking Web de Universidades del Mundo y el Ranking Iberoamericano? Justifique su elección.

\_\_\_Alta

\_\_\_Media

\_\_\_Baja

\_\_\_Ninguna

## ANEXO 4. Cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall

$$\overline{R}_j = \frac{\sum_{j=1}^N R_j}{N}$$

$$\overline{R}_j = \frac{209}{8} = 26,1$$

La suma de los cuadrados de las desviaciones se calcula de la siguiente forma:

$$S = \sum_{j=1}^N (R_j - \overline{R}_j)^2$$

$$S = (28 - 24)^2 + (22 - 18,9)^2 + (26 - 22,3)^2 + (28 - 24)^2 + (24 - 20,6)^2 + (28 - 24)^2 + (28 - 24)^2 + (25 - 21,5)^2$$

$$S = 4^2 + 3,1^2 + 3,7^2 + 4^2 + 3,4^2 + 4^2 + 4^2 + 3,5^2$$

$$S = 16 + 9,6 + 13,6 + 16 + 11,5 + 16 + 16 + 12,2$$

$$S = 110,9$$

Cálculos para determinar el Coeficiente de Concordancia de Kendall (W):

$$W = \frac{8 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

$$W = \frac{8 * 110,9}{7^2(8^3 - 8)}$$

$$W = 0,0359248$$

Cálculos para conocer el valor de Chi cuadrado:

$$X^2 = K(N - 1)W$$

$$X^2 = 7(8 - 1)0.0359248$$

$$X^2 = 1,7603152$$

## ANEXO 5. Desarrollo práctico y explotación de resultados

No.	Aspectos	C1	C2	C3	C4	Total
1	Pregunta 1	7	0	0	0	7
2	Pregunta 2.1	3	2	2	0	7
3	Pregunta 2.2	5	2	0	0	7
4	Pregunta 2.3	7	0	0	0	7
5	Pregunta 2.4	3	4	0	0	7
6	Pregunta 2.5	7	0	0	0	7
7	Pregunta 3	7	0	0	0	7
8	Pregunta 4	4	3	0	0	7

**Tabla 16: Frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta**

No.	Aspectos	C1	C2	C3	C4
1	Pregunta 1	7	7	7	7
2	Pregunta 2.1	3	5	7	7
3	Pregunta 2.2	5	7	7	7
4	Pregunta 2.3	7	7	7	7
5	Pregunta 2.4	3	7	7	7
6	Pregunta 2.5	7	7	7	7
7	Pregunta 3	7	7	7	7
8	Pregunta 4	4	7	7	7

**Tabla 17: Frecuencias absolutas acumuladas**



---

No.	Aspectos	C1	C2	C3	C4
1	Pregunta 1	1.0	1.0	1.0	1.0
2	Pregunta 2.1	0.43	0.71	1.0	1.0
3	Pregunta 2.2	0.71	1.0	1.0	1.0
4	Pregunta 2.3	1.0	1.0	1.0	1.0
5	Pregunta 2.4	0.43	1.0	1.0	1.0
6	Pregunta 2.5	1.0	1.0	1.0	1.0
7	Pregunta 3	1.0	1.0	1.0	1.0
8	Pregunta 4	0.57	1.0	1.0	1.0

**Tabla 18: Frecuencias relativas acumuladas**

## ANEXO 6. Encuesta de autovaloración para determinar el coeficiente de competencia de los expertos

- 1- Marque el grado de conocimiento que usted considera tener de los modelos multidimensionales.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

- 2- Marque con una X cuál de las fuentes considera que ha influido en su conocimiento de acuerdo con el grado A, M o B (debe responder todas las fuentes).

Fuentes de argumentación	Grado de influencia de cada una de las fuentes en sus criterios		
	A (Alto)	M (Medio)	B (Bajo)
Análisis teóricos realizados por usted			
Su experiencia en el tema			
Trabajos de autores nacionales consultados			
Trabajos de autores extranjeros consultados			
Su propio conocimiento del estado del problema en el extranjero			
Su intuición			

## ANEXO 7. Cálculos del coeficiente de conocimiento de los expertos

Los valores para calcular el coeficiente de argumentación  $K_a$  aparecen en la tabla del Anexo 2.

Para el **Experto 1**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 8,  $K = 0.9$

$$K_a = 0.3+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 1.0 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.8 + 1.0) = 0.9$$

Para el **Experto 2**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 9,  $K = 0.95$

$$K_a = 0.3+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 1.0 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.9 + 1.0) = 0.95$$

Para el **Experto 3**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 6,  $K = 0.75$

$$K_a = 0.3+0.4+0.05+0.05+0.04+0.05 = 0.89 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.6 + 0.89) = 0.75$$

Para el **Experto 4**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 5,  $K = 0.64$

$$K_a = 0.2+0.4+0.04+0.05+0.04+0.05 = 0.78 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.5 + 0.78) = 0.64$$

Para el **Experto 5**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 7,  $K = 0.75$

$$K_a = 0.2+0.4+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.80 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.7 + 0.8) = 0.75$$

Para el **Experto 6**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 8,  $K = 0.85$

$$K_a = 0.2+0.5+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.9 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.8 + 0.9) = 0.85$$

Para el **Experto 7**, que considera que tiene un grado de conocimiento de 7,  $K = 0.75$

$$K_a = 0.2+0.4+0.05+0.05+0.05+0.05 = 0.8 \quad K = \frac{1}{2} (K_c + K_a) = \frac{1}{2} (0.7 + 0.8) = 0.75$$

$$\text{Promedio de } K = \sum K / 7 = (0.9+0.95+0.75+0.64+0.75+0.85+0.75) / 7 = 5.59 / 7$$

**Promedio de  $K = 0.80$**

---

## **ANEXO 8. Cuestionario de evaluación del modelo multidimensional que se propone en el presente trabajo**

### **1. Luego de analizar las siguientes necesidades de análisis, teniendo en cuenta las publicaciones científicas que realizan los investigadores del centro CEGEL.**

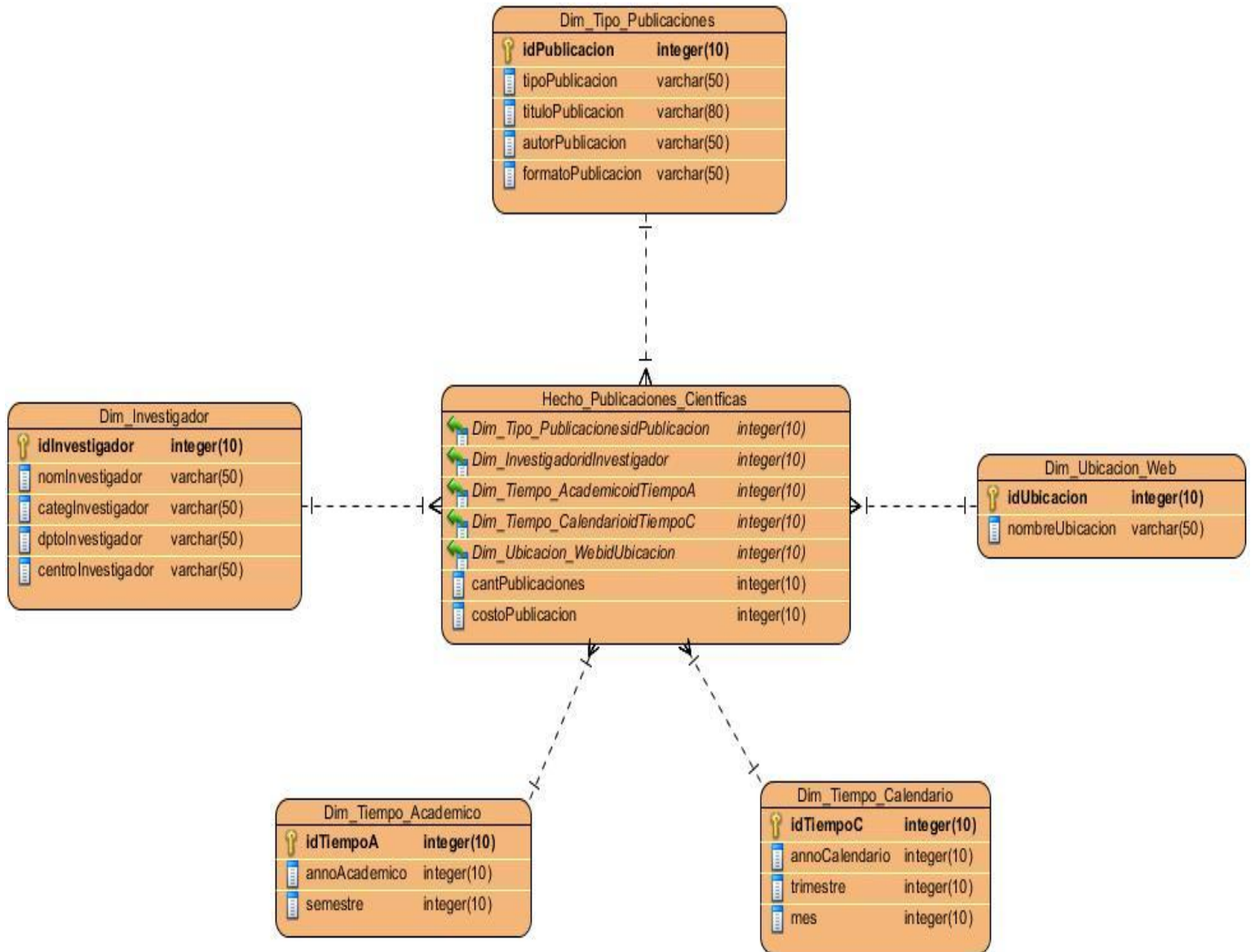
- a) Número total de publicaciones teniendo en cuenta la ubicación web en la que sean publicadas, es decir, Revistas Científicas referenciadas en Scopus, Revistas Científicas Nacionales Arbitradas, Revistas referenciadas en la Web of Science, repositorio institucional de la UCI, series internas, etc.
- b) Número total de publicaciones en diversos períodos de tiempo, teniendo en cuenta las divisiones naturales de los meses, trimestres y años, así como el calendario académico, representados por semestres y años académicos.
- c) Número total de publicaciones teniendo en cuenta diversos tipos de publicaciones, es decir, libros, tesis, artículos, entre otros, así como el formato del documento.
- d) Número total de publicaciones clasificadas por el investigador, el centro y el departamento al que pertenece.
- e) El costo de publicación teniendo en cuenta la ubicación en la que se realizó la publicación.

#### **1.1. Valore qué calidad presenta el modelo multidimensional que se muestra a continuación.**

\_\_\_Alta                      \_\_\_Media                      \_\_\_Baja                      \_\_\_Ninguna

#### **2. Valore qué importancia le atribuye a que el esquema en estrella disminuya el tiempo de respuesta, aumentando el rendimiento.**

\_\_\_Alta                      \_\_\_Media                      \_\_\_Baja                      \_\_\_Ninguna



## ANEXO 9. Cálculo del coeficiente de concordancia de Kendall

$$\bar{R}_j = \frac{\sum_{j=i}^N R_j}{N}$$

$$\bar{R}_j = \frac{52}{2} = 26$$

La suma de los cuadrados de las desviaciones se calcula de la siguiente forma:

$$S = \sum_{j=i}^N (R_j - \bar{R}_j)^2$$

$$S = 3,6^2 + 3,9^2$$

$$S = 28,17$$

Cálculos para determinar el Coeficiente de Concordancia de Kendall (W):

$$W = \frac{2 * S}{K^2(N^3 - N)}$$

$$W = \frac{2 * 28,17}{7^2(2^3 - 2)}$$

$$W = 0,2874489$$

Cálculos para conocer el valor de Chi cuadrado:

$$X^2 = K(N - 1)W$$

$$X^2 = 7(2 - 1)0,2874489$$

$$X^2 = 7 * 0,2874489$$

$$X^2 = 2,0121423$$

## ANEXO 10. Desarrollo práctico y explotación de resultados

No.	Aspectos	C1	C2	C3	C4	Total
1	Pregunta 1	4	3	0	0	7
2	Pregunta 2	6	1	0	0	7

**Tabla 19: Frecuencias absolutas para cada pregunta de la encuesta**

No.	Aspectos	C1	C2	C3	C4
1	Pregunta 1	4	7	7	7
2	Pregunta 2	6	7	7	7

**Tabla 20: Frecuencias absolutas acumuladas**

No.	Aspectos	C1	C2	C3	C4
1	Pregunta 1	0.57	1.0	1.0	1.0
2	Pregunta 2.1	0.85	1.0	1.0	1.0

**Tabla 21: Frecuencias relativas acumuladas**