

INDICADORES DEL CAPITAL INTELECTUAL EN EL ÁREA DE INGENIERÍAS DE UNA UNIVERSIDAD

INTELLECTUAL CAPITAL INDICATORS IN THE ENGINEERING
AREA OF A UNIVERSITY

INDICADORES DO CAPITAL INTELECTUAL NO ÁREA
DE ENGENHARIAS DE UMA UNIVERSIDADE

Recibido: 06/05/2013

Aprobado: 06/06/2013

Marisol Valencia Cárdenas

Magíster en Ciencias-Estadística. PhD(C) en Ingeniería-Industria y Organizaciones.
Grupo de Investigación UNGIDO. Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.
mvalencia@unal.edu.co

Jairo Estrada Muñoz

Magíster en Gestión Tecnológica. Docente de la Universidad Pontificia Bolivariana.
Grupo de Investigación. GISAI.
jairo.estrada@upb.edu.co

Indy Bibiana Bedoya Botero

Ingeniera Industrial. Estudiante de Maestría en Gestión Tecnológica. Universidad
Pontificia Bolivariana.
indybibiana.bedoya@alfa.upb.edu.co

Sara Tuttle Ospina

. Ingeniera Industrial. Universidad Pontificia Bolivariana.
saratuttle12@hotmail.com

Fredy Gaviria Berrio

.Ingeniero Industrial. Universidad Pontificia Bolivariana.
jhonf43@gmail.com

INDICADORES DEL CAPITAL INTELLECTUAL EN EL ÁREA DE INGENIERÍAS DE UNA UNIVERSIDAD

Palabras clave

Capital Intelectual
Análisis multivariado
Modelos lineales generalizados

Resumen

El Capital Intelectual permite valorar y potencializar el conocimiento, los procedimientos institucionales y la productividad. Dicha valoración proporciona información para tomar decisiones en la búsqueda de mejoramiento de la competitividad. Este artículo presenta la medición del Capital Intelectual para el área de Ingenierías de una Universidad y sus componentes: Capital Humano, Estructural, y Relacional, con un procedimiento basado en modelos de regresión Poisson y Análisis del Factor para encontrar los indicadores que cuantifican resultados asociados con cada tipo de Capital y con las actividades de docencia, investigación y extensión. El resultado refleja una fuerte asociación del Capital Humano con el Capital Intelectual, así como la influencia que estos reciben de productos como publicaciones de artículos y libros. Estos hallazgos permitirán a la Universidad identificar los posicionamientos de las sub-áreas de Ingenierías por tipo de Capital.

Clasificación JEL: J91, C35, C49, C9.

INTELLECTUAL CAPITAL INDICATORS IN THE ENGINEERING AREA OF A UNIVERSITY

Keywords:

Intellectual Capital
Multivariate Analysis
Generalized Linear Models

Abstract

Intellectual Capital allows the evaluation and enhancement of knowledge, institutional procedures and productivity. This assessment provides information to the decision-making process that aims to improve competitive levels. This paper presents the measurement of Intellectual Capital for the engineering area of a University and its components: human, structural and relational capital. The analysis was based on Poisson regression models and factor analysis, in order to find indicators that quantify results associated with each type of capital and activities of teaching, research and extension. Results show a strong association between Human Capital and Intellectual Capital, but also the influence from published products such as papers and books. Findings will allow the University to identify the positioning of engineering sub-areas according to the type of capital.

INDICADORES DO CAPITAL INTELLECTUAL NO ÁREA DE ENGENHARIAS DE UMA UNIVERSIDADE

Palavras importantes:

Capital Intelectual
Análise multivariado
Modelos lineares generalizados.

Resumo

O Capital Intelectual permite valorizar e potencializar o conhecimento, os procedimentos institucionais e a produtividade. Dita valorização proporciona informação para tomar decisões na busca de melhoramento da competitividade. Este artigo apresenta a medição do Capital Intelectual para o área de Engenharias de uma Universidade e seus componentes: Capital Humano, Estrutural, e Relacional, com um procedimento baseado em modelos de regressão Poisson e Análise do Fator para encontrar os indicadores que quantificam resultados associados com cada tipo de Capital e às atividades de docência, investigação e extensão. O resultado reflete uma forte associação do Capital Humano com o Capital Intelectual, bem como a influência que estes recebem de produtos como publicações de artigos e livros. Estes achados permitirão à Universidade identificar os posicionamentos das subáreas de Engenharias por tipo de Capital.

Introducción

Desde hace cerca de veinte años se viene desarrollando la valoración del Capital Intelectual en las organizaciones, pero las metodologías para hacerlo han evolucionado. La valoración ha llevado a una reevaluación de los modelos de gestión utilizados, cambiando las formas de generar innovación y renovación a través de métodos que van desde el registro de los activos de la empresa, los que facilitan la gestión de los recursos (humano, infraestructura, maquinaria, financieros, etc.), hasta los usados para controlar indicadores de gestión como Balance Score Card. El Capital Intelectual ha tomado una gran importancia y se ha llegado a pensar que las medidas intangibles, proporcionan mayor valor a las empresas (Stewart, T.A., 1998).

En las instituciones de educación superior (universidades) existe una constante competencia en aspectos tales como calidad de la docencia, disponibilidad y actualización en tecnología, capacidades de investigación, mejoramiento de infraestructura, entre otros, lo cual incide en el incremento de la calidad de la educación como parte esencial del desarrollo de las instituciones universitarias; por ello se han implementado diversos modelos con el objetivo de medir la calidad y establecer el estado en el que se encuentra la institución, lo que constituye una meta para este trabajo. Un propósito propuesto para el mismo es realizar la medición de este capital por medio de indicadores con los cuales se pueda establecer un diagnóstico actual de la Escuela de Ingenierías de la Universidad con respecto a estos activos, y también, medir la competitividad para generar propuestas que ayuden a mantener y elevar el capital.

En este trabajo se dará a conocer una medición de indicadores de Capital Intelectual, con una metodología que parte de la concepción teórica de los modelos Skandia e Intellect (González & Rodríguez, 2010; Sánchez, 2005; Bueno E., 2003) para la Gestión de Conocimiento en universidades, seguido de la aplicación de técnicas estadísticas con las que se determinan asociaciones entre los activos intangibles

medidos, la que consiste en usar Modelos de Regresión Poisson y posteriormente la técnica Análisis del Factor, del Análisis Multivariado, con la cual se dará un indicador final de Capital Intelectual describiendo su asociación con cada tipo de capital: Humano, Estructural y Relacional.

A diferencia del trabajo de Ospina et al. (2013), en este se muestra una valoración de productos, por medio de un puntaje de méritos, que cuantifica un valor monetario asociado a una medida institucional de la labor docente, para el año 2011; además, aquí se utiliza la técnica multivariable: Análisis del Factor, no la técnica de Componentes Principales.

Este trabajo busca también proporcionar una forma de medir la capacidad del área de ingenierías, de explicitar y transformar el conocimiento producto de la investigación en innovación, con el cual pueda aportar en el mejoramiento o creación de pequeñas empresas tipo *spin-off* académicas (Ospina N., 2012), que surgen del mismo saber universitario, buscando dar al sector empresarial precisamente los agentes, estrategias, tecnología, que se materializan en productos de los procesos de enseñanza-aprendizaje, considerados aquí.

Capital Intelectual

En Gestión de Conocimiento, el Capital Intelectual tiene una connotación más importante que la mecanización de técnicas o modernas estructuras. Además, la meta principal de dicha Gestión es entregar la capacidad intelectual de la empresa a los trabajadores del conocimiento, lo cual implica abarcar diversas fuentes del mismo y cultivarlo (González & Rodríguez, 2010). El Capital Intelectual puede considerarse como una forma de creación de valor y como un activo intangible en el sentido clásico del término (Martín de Castro, 2011). Este concepto nace del economista alemán F. List (1841), quien lo define como las naciones, o la humanidad, por la acumulación de los descubrimientos, invenciones, esfuerzos, etc., de las generaciones precedentes (Bueno, Salmador, & Merino, 2008).

Muchos tratadistas se han referido y han conceptualizado el Capital Intelectual desde diferentes enfoques: potencial intelectual, tecnología de punta, formación de personal, capacidad para dar respuesta eficiente a las necesidades de los clientes, competencias de las personas y de la empresa y otras más (Bueno, 1988; Brooking, 1997; Stewart, 1998; Roos & Roos, 1997; Euroforum, 1998; Martín de Castro, Delgado, Navas, & López, 2011), pero predomina una relación directa de este con la Gestión de Conocimiento.

De estas definiciones, se resalta la que define al Capital Intelectual como la *"Posesión de conocimientos, experiencia aplicada, tecnología organizacional, relaciones con clientes y destrezas profesionales, que dan a una empresa una ventaja competitiva en el mercado"* (Edvinson & Malone, 1999), que dejan ver a dicho Capital como una sinergia de activos intangibles para la Gestión del Conocimiento. El Capital Humano se refiere a las capacidades, la satisfacción y la sostenibilidad de los empleados; el Capital Estructural tiene en cuenta la infraestructura valorada desde la capacidad para generar conocimiento, y el Capital Relacional implica las relaciones de la empresa con los clientes, los proveedores, los accionistas, la comunidad (Ramírez, 2007), es decir la empresa con el entorno.

La búsqueda de modelos para medir el Capital Intelectual, que tuviesen en cuenta aspectos financieros y no financieros abarca también a Francia con el *"Tableau de Bord"*, del cual se plantea que para extraer valor de las empresas, los gobiernos corporativos pueden optar por diferentes enfoques administrativos: 1) Gestión de la propiedad Intelectual; 2) Gestión de los activos intelectuales; y Gestión del Capital Intelectual en general. Hoy en día a este modelo se le denomina Cuadro de Mando Integral (CMI) o Balance Scorecard (BSC) (Kaplan & Norton, 1997).

Uno de los modelos más estudiados sobre el Capital Intelectual, ha sido el *"Skandia Navigator"* (Edvinson & Malone, 1999; González & Rodríguez, 2010; López & Estrada, 2010). Otros modelos aplicables a la Gestión de Conocimiento

son: Modelo del Balanced Business Scorecard, Modelo de Intellectual Assets Monitor, Modelo Technology Broker, entre otros (González & Rodríguez, 2010), en especial el de Technology Broker, clasifica los activos intangibles en cuatro categorías (Brooking, 1997; Sánchez, 2005): de Mercado, Humanos, Propiedad Intelectual, e Infraestructura, asociados a su vez, con conocimiento, desarrollos, procesos, metodologías, entre otros factores inherentes a toda organización. Igualmente se ha tenido en cuenta el modelo de Canadian Imperial Bank, elaborado por Hubert Saint-Honge en 1996, con el cual hace una ilustración de la relación entre la medición del Capital Intelectual y el aprendizaje organizacional; se compone de tres elementos: 1) Capital Humano, 2) Capital Estructural y 3) Capital Clientes. De forma adicional incorpora el Capital Financiero. El aprendizaje organizacional es el resultado de los aprendizajes de cada elemento, generando nuevo conocimiento. (Millán & Díaz, 2010)

Este tipo de activos se encuentran muy relacionados con la labor del docente en una Universidad. Pero precisamente, el modelo *"Intelect"* (Bueno E. , 2003) resalta la sinergia de los tres componentes del Capital Intelectual: Capital Humano, Relacional y Estructural, suma que no es estática, sino que marca una evolución del presente al futuro. Este modelo propuesto por Bueno (2003), indica las variables más relevantes relativas a la Gestión del Conocimiento en el quehacer universitario. En este trabajo, se utilizan aspectos de la estructura de los modelos Skandia e Intelect, para clasificar y medir los activos intangibles asociados al Capital Humano, Relacional y Estructural en la Universidad.

Activos intangibles para el Capital Intelectual en la Universidad

El entorno en el que se desenvuelven las universidades actualmente ha generado una evolución en el papel que juegan las mismas en la sociedad, pasando de ser organizaciones meramente de enseñanza a instituciones de investigación,

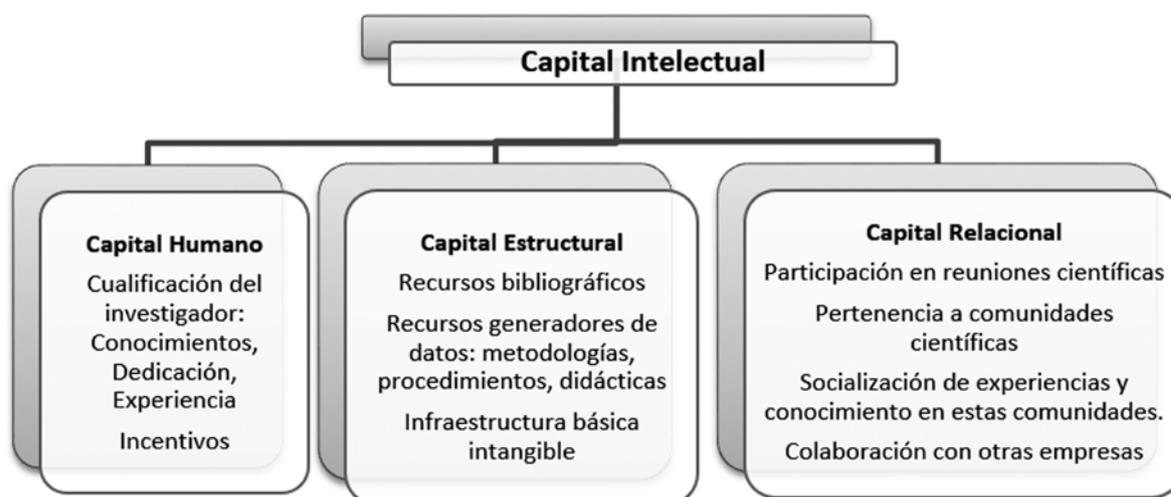
generación y transferencia de conocimiento; de esta manera, la universidad se convierte en un actor económico importante generador de valor, a partir de resultados, como lo son por ejemplo las *spin off* académicas, las cuales, a partir de la capacidad innovadora y de la transformación de las inversiones en I+D devuelven un crecimiento económico (Etzkowitz, 2003).

Los beneficios obtenidos a partir de este crecimiento e inversión en I+D, están directamente relacionados con el Capital Intelectual universitario. Es decir, la inversión en innovación solo se vuelve rentable a través del incremento en el Capital Intelectual (Trillo & Fernández, 2013).

El Capital Intelectual universitario puede entonces ser medido usando las características mostradas en el trabajo de González & Rodríguez (2010), o en el trabajo de Bueno (2003), que propone áreas, características generales para clasificar los activos más relevantes al quehacer universitario, en el modelo Intellect.

Para este documento, se retoman dichas áreas y características generales, por tipo de Capital, que se resumen en la figura 1. Con base en estas generalidades, se eligen unas variables que son inherentes a cada tipo de capital, pero también, acordes con una subdivisión de las áreas propias del desempeño: Docencia, Investigación y Extensión.

Figura 1. Características generales de los activos intangibles por tipo de Capital.



Fuente: Elaboración propia

Ejemplo de las variables recolectadas son: el número de libros escritos para docencia, la cantidad de artículos escritos, metodologías desarrolladas, ponencias.

Técnicas estadísticas

El docente es uno de los principales recursos que posee una entidad educativa, por ello, es la unidad que provee información para este trabajo, en el cual se indaga por los productos y conocimientos propios del proceso de enseñanza-aprendizaje.

El instrumento de encuesta (Jardon & Martos, 2008) fue diseñado usando el análisis descrito en la sección anterior. La base de datos contempla variables discretas que representan conteos o eventos Poisson. Las variables enteras asociadas a cantidad de productos, eventos, etc., tienen una naturaleza discreta. Con el fin de que pueda darse una continuidad al proceso estadístico propuesto, es necesario usar la modelación de regresión Poisson para luego aplicar Análisis del Factor, con el objetivo de encontrar indicadores por componente de Capital (Humano, Relacional y Estructural); esto, ya que la naturaleza de variable entera hace que no se mida adecuadamente el grado de asociación entre las variables que deseen medirse.

Modelo de Regresión Poisson

Este tipo de modelación estadística se utiliza cuando es necesario asociar una variable respuesta cuya distribución pertenece a la familia exponencial de distribuciones, con un conjunto de variables explicativas, en este caso, una variable respuesta con distribución Poisson. En estos modelos se utiliza una función link para "linealizar" el modelo asociando la variable transformada con la ecuación lineal de parámetros que acompañan las variables explicativas. Los modelos de regresión Poisson, permiten el análisis de asociaciones de una variable respuesta con una o más variables explicativas de diferente naturaleza.

Aplicaciones de estos se muestran en diversos estudios cuyo objetivo es establecer asociaciones e impactos de unas variables o factores sobre una respuesta. Valencia

& Salazar (2010), miden con técnicas similares el capital Social creado a partir de acciones del INDER sobre la comunidad. Estrada & Dutréint (2007) analizaron información de la industria Mexicana de maquinados industriales con base en un análisis multivariado para identificar grupos de prácticas empresariales con recursos intangibles, usaron también regresiones logísticas para analizar la influencia de los intangibles sobre el desempeño competitivo asociando el cumplimiento de diversos objetivos innovadores a dichos recursos.

La ecuación del modelo de regresión Poisson, dada por: $\ln(\lambda) = \alpha X$, relaciona la función link ($\ln(\lambda)$) con las covariables X . Donde λ es el valor medio a estimar del número de ocurrencias o productos, α es el vector de parámetros estimados del modelo poisson que se asocia a la matriz de diseño X , que contiene las covariables.

De esta manera, una variable respuesta es estimada como: $\exp(\ln(\lambda))$, obteniendo *puntajes* o *scores* de respuesta. En este trabajo, el siguiente paso es multiplicar por el puntaje de méritos que cada producto tiene, acorde con la normativa de la institución universitaria. De estas tasas pesadas, se determinará un indicador por cada tipo de Capital: Humano, Estructural y Relacional, con la técnica de análisis del factor, usando para ello el programa Statgraphics, explicado a continuación.

Análisis Factorial

Esta es una técnica estadística del análisis multivariado, para realizar síntesis de la información. De forma similar al ACP, su objetivo es explicar la estructura de la variabilidad del conjunto de variables por medio de unas pocas combinaciones de las variables originales llamadas factores, que son elegidos según los valores propios de la matriz de correlación y la explicación de variabilidad que representen. Luego de este análisis, se realiza una rotación de los factores encontrados, con el método Varimax (Johnson & Wichern, 2007), facilitando su interpretación.

El proceso permitirá identificar, caracterizar y determinar asociaciones entre tres indicadores por tipo de capital (Humano, Relacional y Estructural) que a su vez sean la base para generar uno que permita valorar el Capital Intelectual general, a partir del análisis de la covarianza entre estos. Con base en las estadísticas de este resultado, se da una clasificación de bajo y alto nivel de Capital Intelectual.

Metodología

En el año 2011, se utilizó Muestreo Aleatorio Estratificado, para sacar una muestra sobre la población de docentes vinculados a la Escuela de Ingenierías, con nivel de confianza del 95%, recolectando en total 79 registros de docentes con la información de variables relativas al Capital Intelectual. El análisis del aporte de dichas variables fue realizado a partir del estudio de referencias bibliográficas sobre cada tipo de Capital.

Se diseñó una encuesta con las variables a medir, para ser aplicada en primera instancia en una muestra piloto, y luego de sus ajustes, en el total de la muestra.

Con base en las variables sistematizadas de la encuesta, se utilizaron los siguientes procedimientos estadísticos para su análisis:

- Estimación de modelos de Regresión Poisson para encontrar los diferentes scores o puntajes de respuesta continuos.
- Valoración de tasas con respecto a su valor estimado según los puntos de méritos de la Universidad.
- Seguido a esto, se estima la asociación entre dichas tasas para generar indicadores por medio de la técnica estadística Análisis del Factor, la cual usa la estructura de covarianza entre las tasas, llevándolas a menor cantidad de variables que las explican.

- Posteriormente, esto permite proponer un indicador de capital Intelectual a partir de sus 3 elementos: CE, CR, CH.

Las variables respuesta se eligen según su importancia, así como su correlación con las demás variables explicativas o covariables y son mostradas en la siguiente sección (tabla 2).

Resultados

En esta sección se muestra, el análisis de una de las variables respuesta consideradas, usando un modelo de Regresión Poisson, y una tabla resumen de las demás respuestas con los efectos significativos encontrados. Seguido a esto, se presentan los resultados de la estimación del Análisis del Factor, que corresponden a las ecuaciones de indicadores de cada Capital (Humano, Relacional, Estructural), y el de Capital Intelectual, el cual es el resultado de determinar su asociación con los tres componentes mencionados, analizando el impacto de cada uno sobre el indicador final. Para estas estimaciones, se utilizó el software Statgraphics.

Estimación de Scores

El modelo lineal generalizado Poisson fue empleado para estimar scores de diferentes variables respuesta asociadas con las sub-áreas combinadas entre los componentes de Capital Intelectual y las áreas Docencia, Investigación y Extensión.

Docencia-Capital Humano Variable respuesta: Número de libros publicados

Se encontró que el total de libros publicados para su trabajo en docencia y de investigación está asociado significativamente (al 5%) con las variables explicativas vistas en la tabla 1.

Tabla 1. *Modelo Poisson para la tasa de libros*

Explicativas	Estimate	Std, Error	z value	Pr(> z)
Total artículos publicados	0,041268	0,011791	3,5	0,000465
Años de experiencia docente	0,072978	0,012611	5,787	7,16E-09
Tesis dirigidas en la universidad	0,022069	0,007316	3,016	0,002558
Edad	-0,024291	0,006694	-3,629	0,000285
Cursos externos	0,030876	0,012213	2,528	0,011471

AIC: 268.37

Intervalo de confianza al 95 %: (1.53, 2.35)

Media= 1.939397

Los efectos generados sobre la respuesta: *producción de libros*, muestran que el incremento en el número de artículos, años de experiencia docente, tesis dirigidas en la universidad y los cursos externos dictados, genera un aumento de dicha respuesta, por ser positivos. Sin embargo, el incremento de la edad no la favorece, lo cual es un síntoma de que las altas generaciones de docentes deberían ser incentivadas con el objetivo de incrementar su producción de libros.

Al estimar la tasa de libros publicados, se encuentra que tiene una media de 1.94 por docente, variando en un rango de confianza, entre 1.53 y 2.35 aproximadamente.

Este score del número de libros o tasa de respuesta, es el primero de 10 estimados para conformar la medida de Capital. En la Tabla 2 se muestran las demás respuestas estimadas, en la columna de los efectos positivos se muestran las covariables que al incrementarse, también aumentan significativamente la respuesta, y los efectos negativos, cuyo incremento desfavorece la tasa de respuesta estimada.

Tabla 2. *Signos de efectos sobre tasas de producción.*

Variable respuesta (tasa)	Efectos positivos	Efectos negativos
CAPITAL HUMANO		
Número de artículos	Publicación de libros, proyectos de investigación terminados, años en investigación, ponencias.	Cursos dictados, grupos de inv. a los que pertenece, cursos externos dictados, convenios de investigación, metodologías, años en la universidad.
Número de metodologías	Ponencias, proyectos en la universidad, generación de ingresos, años en la universidad, libros publicados.	Artículos con la universidad, años en la universidad, artículos indexados.
Número de libros	Artículos publicados, experiencia docente, tesis dirigidas en la universidad, cursos externos dictados	Edad

Variable respuesta (tasa)	Efectos positivos	Efectos negativos
CAPITAL ESTRUCTURAL		
Número de tesis dirigidas en la universidad	Ponencias, grupos de investigación a los que pertenece, proyectos en la universidad, años en la universidad, libros publicados, artículos con la universidad, edad.	
Número de programas de posgrado creados	Ponencias, ingresos generados con proyectos.	
Número de artículos trabajados con la Universidad	Grupos de inv. a los que pertenece, proyectos terminados, tesis dirigidas, ingresos generados, libros derivados de investigación	Ha tenido vinculación exclusiva como investigador, edad.
CAPITAL RELACIONAL		
Número de ponencias realizadas	Grupos de investigación En la universidad, tesis dirigidas, convenios de investigación, Artículos, edad.	
Número de publicaciones en boletines	Proyectos terminados con la universidad, ponencias, eventos realizados.	Años de experiencia docente.
Número de eventos organizados	Ponencias.	Grupos de investigación en la universidad, años con la universidad, edad, cursos dictados.
Número de redes creadas	Convenios de investigación, Programas de posgrado creados	Proyectos con la universidad, años con la universidad

Observando la presencia de efectos positivos en las tasas de Capital Humano, se encuentra una asociación también positiva entre libros y artículos publicados, el incremento en una de estas, a su vez, aumenta la otra variable. Así mismo, se ve la influencia de la realización de ponencias en el incremento de varias de las tasas de producción, como la publicación de artículos, tesis dirigidas, eventos organizados, publicaciones en boletines y metodologías creadas.

Por otro lado, para la tasa de producción de ponencias, se aprecia que la pertenencia a grupos de investigación, las tesis dirigidas, los convenios y artículos, favorecen su incremento. Sin embargo, la tasa de publicación en boletines, de artículos, y libros es afectada negativamente por la edad o los años de experiencia docente, lo cual muestra que debe incentivarse al docente de alta generación a que pueda escribir sus conocimientos o investigaciones.

Valoración por méritos. Este proceso lo realiza la Universidad cada dos años con el fin de dar bonificación al

docente según su producción. Estos puntajes son entonces multiplicados por las tasas halladas con los modelos Poisson.

De acuerdo con esta valoración, se procede con la técnica de Análisis del Factor por componente; con esta, se reduce la dimensionalidad de las respuestas, por tipo de capital; esto es, fue posible encontrar un factor o indicador por tipo de capital: Humano, Relacional y Estructural, como se muestra a continuación.

Análisis del Factor para el Indicador de Capital Humano

Las tres tasas contempladas para este indicador, corresponden a Valoración del total de artículos publicados, total de libros, y total de metodologías creadas. A partir de estas se encontró un solo factor que explica un porcentaje de variabilidad del 95% (Tabla 3).

Tabla 3. Valores propios y explicación de varianza.

Factor Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	764,98	95,151	95,151
2	38,9882	4,849	100,000
3	0,0	0,000	100,000

Esto lleva a encontrar pesos o ponderaciones asignadas a cada variable para el indicador, vistas en la Tabla 4. Aquí se observa que el puntaje de méritos del total de artículos tiene un peso muy alto, direccionando el indicador de Capital Humano en este sentido.

Tabla 4. Pesos del factor luego de la rotación Varimax.

	Peso
VARTI	20,753
VLIBROS	18,1837
VMETODOLOGIA	0,225619

Con base en estos pesos, se puede escribir la ecuación para el indicador de capital humano (ICH) así:

$$ICH = 20,753 * VARTI + 18,1837 * VLIBROS + 0,225619 * VMETODOLOGIA$$

Luego, se ve más alta la influencia de la valoración de publicación de artículos, luego, libros y finalmente las metodologías creadas sobre el Capital Humano. Este aspecto resalta la importancia de incentivar al docente para que continuamente pueda elaborar proyectos en los que comprometa la escritura de artículos, libros y metodologías innovadoras, como estrategias clave de Gestión de Conocimiento. Este tipo de conocimiento del docente puede provenir de proyectos de investigación, trabajos con redes científicas, estudios, estrategias pedagógicas producto de su labor, creación de nuevos productos o metodologías, así como transferencia tecnológica, factores de éxito para la generación de unidades de I+D y la proyección de tecno-

logías desde empresas tipo spin-off al mundo empresarial (Ospina N. , 2012).

Análisis del Factor para el Indicador de Capital Estructural

Las tres tasas contempladas corresponden a Valoración del total de artículos trabajados con la Universidad, programas de posgrado creados y tesis dirigidas en la Universidad. A partir de estas se encontró un factor que explica un porcentaje de variabilidad del 99.8% (Tabla 5).

Tabla 5. Valores propios y explicación de varianza.

Factor Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	336,39	99,827	99,827
2	0,581963	0,173	100,000
3	0,0	0,000	100,000

Posterior a la rotación de Varimax realizada, los pesos asignados al factor, por cada variable se muestran en la Tabla 6.

Tabla 6. Pesos del factor luego de la rotación Varimax.

	Peso
VARTIU	27,8305
VPOSGRADO	0,213905
VTESIS	1,49012

A partir de los pesos, se puede definir el indicador de Capital Estructural (ICE) con la siguiente ecuación:

$$ICE = 27,8305 * VARTIU + 0,213905 * VPOSGRADO + 1,49012 * VTESIS$$

Es muy alta la influencia de la valoración de artículos trabajados con la universidad, seguido de las tesis dirigidas

y finalmente de los programas de posgrado creados. Esto muestra que plasmar el conocimiento en artículos y Tesis en la Universidad puede permitir el crecimiento científico de la comunidad, ya que este material es altamente valorado por la institución.

Análisis del Factor para el Indicador de Capital Relacional

En este caso se consideraron las tasas: Valoración de las redes creadas, ponencias realizadas y publicaciones en boletines. A partir de estas se encontró un factor que explica un porcentaje de variabilidad del 96.5% (Tabla 7).

Tabla 7. Valores propios y explicación de varianza.

Factor Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	88,6588	96,452	96,452
2	3,26168	3,548	100,000
3	0,0	0,000	100,000

Posterior a la rotación de Varimax realizada, los pesos asignados al factor, por cada variable se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Pesos del factor luego de la rotación Varimax.

	Peso
VREDES	0,270979
VPONENCIAS	7,9607
VBOLETINES	3,96178

A partir de los pesos, se puede definir el indicador de Capital Relacional (ICR) con la siguiente ecuación:

$$ICR = 0,270979 * VREDES + 7,9607 * VPONENCIAS + 3,96178 * VBOLETINES$$

El mayor peso se asigna a la valoración de ponencias realizadas, seguido de publicaciones en boletines y creación de redes. Lo anterior sugiere que las ponencias impactan positivamente el Capital Relacional del área de ingenierías, lo que muestra la importancia de dar continuidad a que el docente pueda interactuar con otras redes científicas a partir del intercambio de conocimiento, dando además difusión a la investigación de la universidad.

Análisis del Factor para el Indicador de Capital Intelectual

En este caso se consideraron los tres factores encontrados previamente por tipo de capital: ICH, ICE, ICR. A partir de estas se encontró un sólo factor que explica un porcentaje de variabilidad del 99.6% (Tabla 9).

Tabla 9. Valores propios y explicación de varianza.

Factor Number	Eigenvalue	Percent of Variance	Cumulative Percentage
1	837261,	99,631	99,631
2	3099,64	0,369	100,000
3	0,0	0,000	100,000

En la tabla 10 se muestran los pesos de cada tipo de factor, sobre el Factor general de Capital Intelectual. En esta se ve que el Factor de Capital Humano es el que más asociación muestra sobre el Capital Intelectual, seguido del Estructural y Relacional finalmente.

Tabla 10. Pesos del factor luego de la rotación Varimax.

	Peso
FCESTRUCTURAL	251,941
FCHUMANO	626,133
FCRELACIONAL	78,919

A partir de los pesos, se puede definir el indicador de Capital Intelectual (ICI) con la siguiente ecuación:

$$ICI = 251,941 * FCESTRUCTURAL + 626,133 * FCHUMANO + 78,919 * FCRELACIONAL$$

La alta asociación del Capital Humano puede llevar a una asociación alta con la publicación de artículos y libros del área de ingenierías, del Estructural, los artículos elaborados con la universidad, y del Relacional, las ponencias. Lo anterior muestra una asociación de la producción académica, pero también, investigativa de este tipo de agentes dentro de la Gestión de Conocimiento para la comunidad universitaria. Asimismo, se ve la importancia de dar continuidad a que el docente pueda interactuar con otras redes científicas y proyectos de investigación, para la escritura e intercambio de conocimiento, dando además difusión a la investigación de la universidad.

Para este indicador, el 51% de docentes se encuentran por debajo de la mediana, 49% por encima; indicando un comportamiento levemente más a niveles bajos que a altos, con algunos elementos atípicos positivos.

Acorde con el modelo de Skandia y el Intelect, el indicador de Capital Intelectual debería ser la suma de los tres factores por tipo de capital, sin embargo, con la técnica de Análisis del factor se muestra que cada factor no tiene el mismo peso sobre el indicador final, dando mayor importancia del Capital Humano sobre este.

En el desarrollo de las *spin-off* universitarias, y capacidades tecnológicas, todo este material publicado es muy importante, ya que la base empresarial hoy día se fundamenta en el uso que se le da al conocimiento, precisamente a partir de la explicitación del mismo a través de documentos, métodos, difusiones, producto de las labores universitarias, como las que se derivan de estos resultados, así que la medición propuesta es muy útil para determinar la capacidad de mejoramiento y quizá, fomento de estas pequeñas

empresas que surgen del conocimiento universitario como un catalizador del incremento del Capital Intelectual, al contribuir al fortalecimiento del Capital Estructural y a la generación de conocimiento nuevo, a través de procesos de aprendizaje relacional.

Discusión

El Capital Intelectual muestra que tiene una alta asociación con la publicación de libros, artículos y elaboración de ponencias, por lo cual, se orienta hacia la investigación y expresión del conocimiento, lo cual refleja un impacto principalmente, de las labores académico-investigativas del docente.

Los resultados en general muestran que es importante incentivar al docente para que continuamente pueda elaborar proyectos de investigación e intercambie información con otras redes científicas, en los que comprometa la escritura de artículos, libros y ponencias, como estrategias de difusión y materialización de su conocimiento, ya que aportarán al aumento del Capital Intelectual de la universidad.

Seguido a estos hallazgos, los indicadores muestran que la Gestión de Conocimiento se evidencia en el material en que los docentes entregan plasmando su conocimiento para toda la comunidad universitaria, para su propio crecimiento futuro, acorde con el modelo "Intelect" propuesto por Bueno (2003).

Esto además, permitiría diferenciar por sub-área de ingenierías de esta universidad, lo que muestra el posicionamiento estratégico de cada una con relación a las demás, y permite una planeación de estrategias para el mejoramiento interno.

Por otro lado, la valoración de méritos de los productos de los docentes puede permitir una comparación con otras áreas de la universidad, dada la ponderación generalizada de sus productos en la institución. En algunos casos, dicha

ponderación está asociada con la producción que puede ser reportada ante Colciencias.

La medición propuesta es muy útil para determinar la capacidad de mejoramiento y quizá, fomento de pequeñas empresas *spin-off* que surgen del conocimiento universitario, y también, la relación con unidades de I+D. Es importante, además, ya que la base empresarial se fundamenta en el saber, precisamente a partir de documentos, métodos, difusiones, producto de las labores universitarias.

Referencias

- Roos, G., & Roos, J. (1997). *Measuring your Company's Intellectual Performance*. (3 ed., Vol. 30).
- Stewart, T. A. (1998). La nueva riqueza de las naciones: El Capital Intelectual. *Granica, buenos Aires*.
- Brooking, A. (1997). *El Capital Intelectual*. Barcelona: Paidós Empresa.
- Bueno, E. (1988). *El capital intangible como clave estratégica en la competencia actual*. (Vol. LIII).
- Bueno, E. (2003, 1 1). *Gestión del Conocimiento en Universidades y organismos públicos de investigación*. (U. A. Madrid, Ed.) Retrieved from http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/16_GestionConocimientoUniversidadesOPIS.pdf: Universidad Autónoma de Madrid
- Bueno, E., Salmador, M. P., & Merino, C. (2008, Agosto). Génesis, concepto y desarrollo del Capital Intelectual en la economía del conocimiento: Una reflexión sobre el Modelo Intellectus y sus aplicaciones. *Estudios de Economía Aplicada*, 26(2), 43-64.
- Castaño, E. (2009). *Análisis de componentes principales*. Capítulo 5, UNAL.
- Edvinson, L., & Malone, M. (1999). *El Capital Intelectual*. Norma.
- Estrada, S., & Dutréint. (2007). *Gestión del conocimiento en pymes y desempeño competitivo*. ENGEVISTA.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as 'quasi-firms': the invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109-121.
- Euroforum. (1998). *Medición del Capital Intelectual. Modelo Intellect, IUÉE*. Madrid: San Lorenzo del Escorial.
- González, J., & Rodríguez, M. (2010, Ene). Modelos de Capital Intelectual y sus indicadores en la universidad pública. *Cuadernos de Administración*(43), 113-128. doi:0120-4645
- Jardon, C. M., & Martos, M. S. (2008). Capital intelectual y resultados empresariales en la cadena de la madera de Oberá. *En Intangible capital ISSN: 1697-9818*, 4(2).
- Johnson, R., & Wichern, D. (2007). *Applied multivariate statistical analysis* (6th ed.). USA, USA: Pearson Prentice Hall.
- Kaplan, R., & Norton, D. (1997). *Cuadro de Mando Integral*. Barcelona, España: Gestión 2000.
- López, G., & Estrada, J. (2010). 8º Congreso Latinoamericano y 8º Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas. *Capital intelectual, una aproximación a su valoración desde la dinámica de sistemas...*
- Martín de Castro, G., Delgado, M., Navas, J., & López, P. (2011). Towards 'An Intellectual Capital-Based View of the Firm: Origins and Nature'. *Journal of Business Ethics*, 98(4), 649-662.
- Millán, J. J., & Díaz, M. T. (2010, Enero -Junio). Modelos de Capital Intelectual y sus indicadores en la Universidad Pública. *Cuadernos de Administración*(43), 113-128.
- Ospina, N. (2012). *Éxitos y fracasos en las spin-off académicas* (Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de: Magister en Ingeniería Administrativa ed.). Medellín: Universidad Nacional de Colombia.
- Ospina, S., Gaviria, F., Bedoya, I., Valencia, M., & Estrada, J. (2013). Medición de Capital Intelectual usando estadística Multivariada. *Revista Ingeniería Industrial UPB*, 1(1), 77-84. doi:2346-2299
- Ramírez, D. (2007). *Capital Intelectual: algunas reflexiones sobre su importancia en las organizaciones*. Pensamiento y Gestión. Barranquilla: Universidad del Norte.
- Roos, J., & et al. (2001). *Capital Intelectual: el valor intangible de la empresa*. Barcelona: Paidós.
- Sánchez, M. (2005, noviembre 16). *A Brief Inventory Of The Models For Knowledge Management In Organization*. Retrieved Diciembre 2013, from http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_6_05/aci060605.htm

Trillo, M., & Fernández, M. (2013). Caracterización de la innovación en Spin-Off de base tecnológica. *Economía Industrial*, 388, 67-78. ISSN: 0422-2784

Valencia, M., & Salazar, J. (2010). *Evaluación del impacto de acciones de bienestar sobre una comunidad en Colombia usando un modelo para datos correlacionados*. Colombia.