

La Dinámica de Sistemas y la visualización del Capital Intelectual en una Universidad, diseño de Indicadores.

Guillermo León López Flórez, M.Sc., Universidad Pontificia Bolivariana, guillermo.lopez@upb.edu.co

Santiago Hoyos, M.Sc., Universidad Nacional de Colombia Seccional Medellín, shoyos@unal.edu.co

Diego José Cuartas Ramírez, M.Sc., Universidad Pontificia Bolivariana, diego.cuartas@upb.edu.co

Jairo Estrada Muñoz, M.Sc., Universidad Pontificia Bolivariana, jairo.estrada@upb.edu.co

--Recibido para revisión 2012, aceptado fecha, versión final 2012--

Resumen—Los resultados aquí presentados surgen a partir de la revisión por parte de los autores, sobre la relación del Capital Intelectual y su forma de potencializarla en los procesos de gestión administrativa y académica en un área de una Institución de Educación Superior (IES). Su análisis tiene como referencia el Plan de Desarrollo Universitario y el Proyecto Institucional, en donde se definen los procesos de mayor incidencia: docencia-aprendizaje, investigación-transferencia y extensión-proyección social. Una de las inquietudes, motivo de análisis, se presenta en la pregunta ¿Cuál es el Capital Intelectual requerido para el desarrollo de las acciones necesarias orientadas a responder a las estrategias, desde el área en estudio? La formulación de ésta pregunta genera a su vez otros interrogantes: ¿En cuánto se valora el Capital Intelectual actual de las Facultades?; ¿Cuánto vale el Capital Intelectual necesario para dar respuesta a los planes operativos anuales de las Facultades?; ¿Qué tipo de estímulos se requieren para garantizar el cumplimiento de las metas, ligadas todas ellas al Capital Intelectual? La Dinámica de Sistemas recorre sus procesos de análisis, conllevando a la construcción de dos Indicadores que contribuyen a la definición de políticas y a la toma de decisiones.

Palabras Clave— Agregación de Valor, Dinámica de Sistemas, Indicadores, Valoración Capital Intelectual

Abstract—The results presented here arise from the review by the authors on the relationship between intellectual capital and how to improve it in the process of administrative and academic management in an area of a Higher Education Institution (HEI). Its analysis refers to the University Development Plan and Institutional Project, which defines the processes of greatest impact: teaching-learning, research-transfer and extension-social projection. One of the concerns, the subject of analysis is presented in the question What is the intellectual capital required to develop the necessary actions to respond to the strategies from the study area? The formulation of this question brings out other questions: In how much is valued

the intellectual capital of the Faculties? How much values the intellectual capital necessary to meet annual operating plans of the faculties? What kinds of stimuli are required to ensure fulfillment of the goals, all related to Intellectual Capital? System dynamics runs its analysis processes, leading to the construction of two indicators that contribute to policy making and decision-making.

Keywords— Aggregation of value, System Dynamics, Indicators, Intellectual Capital assessment.

1. INTRODUCCIÓN

Esta reflexión inicial llevó a estudiar de manera detallada el conjunto de macroprocesos que tiene definidos una Institución de Educación Superior (IES – Universidad Pontificia Bolivariana- UPB- en nuestro caso de estudio). En ellos se presenta la posibilidad de llegar a las metas, cumplir los objetivos del Plan de Desarrollo y actuar en consonancia con el Proyecto Institucional. Pero a partir de los procesos de agregación de valor no hay una propuesta de gestión del Capital Intelectual que facilite dicho cumplimiento. Por lo anterior la necesidad que identifican los autores de generar un modelo que oriente en ese sentido.

El objetivo fundamental del trabajo consiste en proponer una metodología que refleje la estructura académica y administrativa de las Facultades de Ingeniería de la UPB y a su vez contribuya mediante la puesta en práctica de indicadores a construir una red de pensamiento estratégico que optimice, estimule, valore y potencialice el desarrollo del Capital Intelectual que poseen las comunidades académicas.

Trabajar en este sentido tiene implicaciones muy importantes en el posicionamiento estratégico de

la institución, en vincular la UPB a los grandes centros de pensamiento internacional, en acercarla a las universidades europeas que han iniciado atrás el proceso de valoración de su Capital Intelectual, en suministrar herramientas prácticas para determinar las políticas y las acciones futuras en una Universidad con Investigación e Innovación, en fin, en disponer de herramientas para la solución de conflictos institucionales en la gestión del Capital Intelectual.

El alcance inicial del proyecto es poder obtener los instrumentos necesarios en la gestión del Capital Intelectual en las Facultades de Ingeniería Industrial y de Eléctrica y Electrónica y más adelante poder desarrollarlo en las otras facultades de la Escuela de Ingenierías y en la UPB.

Para tener una propuesta de un modelo de valoración de Capital Intelectual fue necesario hacer una revisión exhaustiva de los modelos de valoración que se han venido utilizando en el mundo y con base en ellos hacer una selección de los indicadores más importantes para aplicarlos a una institución educativa de educación superior y que puedan adaptarse a la situación específica de los macroprocesos que están definidos en la Universidad Pontificia Bolivariana, en nuestro caso.

La selección de indicadores a su vez exigió disponer de información adecuada en un periodo de referencia para su construcción. Se seleccionó el año 2009, por cuanto se dispone de información institucional acorde con las exigencias de los respectivos indicadores.

En el proceso de valoración del Capital Intelectual se utilizaron dos modelaciones para la determinación del valor del capital intelectual en las dos Facultades seleccionadas, Ingeniería Industrial e Ingeniería Eléctrica y Electrónica. Las modelaciones se hicieron empleando como herramienta el software de *Matlab* y como referencia para la definición de políticas *Powersim Constructor*. La primera, debido a su alto potencial en cálculos matemáticos interactivos, gráficas integradas, su forma de programar y el entorno que presenta con numerosas funciones propias (No será objeto de trabajo en este artículo). La segunda, debido a que la dinámica de sistemas muestra cómo van cambiando las cosas a través del tiempo y su influencia en la definición, y a la hora de entender cómo las políticas afectan el comportamiento del sistema. El modelo produce corrientes de decisiones controladas por políticas incorporadas a él (motivo de trabajo en este artículo).

Empleando el marco conceptual de la dinámica de sistemas[1], se llega a la simulación del comportamiento de dos Indicadores con la herramienta *Powersim Constructor*; la primera simulación muestra el comportamiento de un área académica en los tres macroprocesos definidos, sus niveles de aporte a cada uno de ellos, el comportamiento de la movilidad, de las publicaciones, etc., para un espectro de veinte períodos académicos; la segunda simulación hace énfasis en el comportamiento de los productos de alto valor agregado (PAVA) y la contribución a su obtención desde cada macroproceso. Cada una de las simulaciones muestra las tendencias de los macroprocesos en las Facultades y en la Escuela, permitiendo con ello orientar los esfuerzos de capacitación, estímulos, selección de nuevos docentes, definición de prioridades en torno a los macroprocesos, en fin una definición de políticas sobre el Capital Intelectual de una unidad académica en una Institución de Educación Superior (IES – Universidad Pontificia Bolivariana- UPB- en nuestro caso de estudio).

Lo anterior responde al objetivo general de proponer una metodología que refleje la estructura académica y administrativa de las dependencias académicas de una universidad, lo que a su vez contribuye a construir una red de pensamiento estratégico para optimizar, estimular, valorar y potenciar el desarrollo del Capital Intelectual que poseen dichas comunidades académicas.

2. LA DINÁMICA DE SISTEMAS Y LA VISUALIZACIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL EN UNA UNIVERSIDAD, A TRAVÉS DEL DISEÑO DE INDICADORES

A partir de una revisión de los diferentes modelos de valoración de Capital Intelectual que se han implementado en diferentes partes del mundo, dentro de los cuales se ha pasado desde interpretaciones eminentemente cualitativas hasta modelos cuantitativos, el trabajo que aquí se presenta muestra uno de los modelos que tienen aspectos tanto cualitativos como cuantitativos y con su respectiva aplicación en dos Facultades de una Universidad y con gran influencia de la Dinámica de Sistemas en la definición de políticas específicas [2].

Los modelos de valoración de Capital Intelectual desarrollados a partir de indicadores son muy útiles en una institución educativa y sus posibilidades de aplicación dependen de la estructura administrativa y académica, así como

de los macroprocesos que tenga definidos la institución.

El Capital Intelectual es el mayor valor que tiene una empresa y mucho más lo es para una empresa de servicios educativos.

El Capital Humano debe ser valorado como el dinamizador y motor de los otros dos componentes del Capital Intelectual: el Capital Relacional y el Capital Estructural.

Cuando se identifica el peso de cada macroproceso en el Área, en la Unidad y en la Empresa, y el peso del Área en la Unidad y el de la Unidad en la Empresa, se pueden tomar las decisiones de forma más acertada.

De acuerdo con el interés y propósito de crecimiento que se desee en alguno de los macroprocesos de la Empresa o Institución es necesario realizar ajustes a sus variables directas.

3. PRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN

El estudio hace una revisión de 42 modelos de valoración de Capital Intelectual, analiza sus componentes, sus posibilidades de aplicación en una organización educativa y selecciona los aspectos más relevantes que se pueden incorporar como aplicación en una Institución de Educación Superior. Se evidencia que los métodos fueron diseñados para situaciones específicas, en condiciones particulares y con un esquema de representación. En cada uno de ellos se definen las variables a estimar y los posibles resultados de su aplicabilidad. [3]

Como parte del estudio se hace una descripción de los macroprocesos misionales de la Institución de Educación Superior (docencia y aprendizaje, investigación e innovación, transferencia y proyección social) [4] y a partir de cada uno de ellos se hace una selección de variables que van indicando el grado de desarrollo que la institución posee en cada macroproceso; esto se hace relacionando los macroprocesos y los tipos de Capital Intelectual (Capital Humano, Capital Relacional y Capital Estructural)[5]. Una vez se tienen definidas las variables se procede a seleccionar los indicadores que sean más representativos, que hayan sido validados y que permitan determinar una valoración en el presente y hacer un seguimiento hacia el futuro [6].

La selección de indicadores exigió disponer de información adecuada en un periodo de referencia para su construcción. Se seleccionó el año 2009, por cuanto se disponía de información institucional acorde con las exigencias de los respectivos indicadores.

En las modelaciones del comportamiento de los indicadores se emplea el marco conceptual de la Dinámica de Sistemas y la herramienta *Powersim Constructor*. Se hacen dos simulaciones: la primera simulación muestra el comportamiento de las dos Facultades en estudio (Ingeniería Industrial e Ingeniería Eléctrica y Electrónica) en los tres macroprocesos definidos, sus niveles de aporte a cada uno de ellos, el comportamiento de la movilidad, de las publicaciones, etc., para un espectro de veinte periodos académicos; la segunda simulación hace énfasis en el comportamiento de los productos de alto valor agregado (PAVA) y la contribución a su obtención desde cada uno de los macroprocesos. Las simulaciones muestran las tendencias de los macroprocesos en las Facultades y en la Escuela, permitiendo orientar los esfuerzos de capacitación, estímulos, selección de nuevos docentes, definición de prioridades en torno a los macroprocesos, en fin una definición de políticas sobre el Capital Intelectual de la Escuela de Ingenierías de la UPB, que de ser aplicada en cada una de las Facultades podrá obtener una planeación muy precisa de su Capital Intelectual [7].

Se tiene como referencia el proceso de modelación propuesto por *Sterman* (2000), donde se busca modelar el problema, no el sistema completo, acercándonos a plantear una teoría del comportamiento problemático, una explicación en términos de estructuras de flujos, niveles y retroalimentaciones, buscando explicaciones endógenas o exógenas; para lo cual es necesario identificar las ecuaciones, parámetros y condiciones iniciales que ayuden en la formulación del modelo [8].

El proceso de modelación propuesto por *Sterman* consta de la siguiente estructura general:

- Identificación del problema: delimitación del sistema y representación de las variables clave en términos de su comportamiento en el tiempo.
- Desarrollo de la hipótesis dinámica, donde se explica la causa del problema.
- Construcción del modelo de simulación del sistema basado en sistemas de cómputo.
- Realización de pruebas: se verifica que reproduzca el comportamiento observado en el mundo real.
- Prueba de políticas alternativas orientadas a la solución del problema.
- Implementación de una solución viable de acuerdo a las necesidades o políticas de la empresa u organización.

Con base en el estudio de todos los modelos revisados y teniendo en cuenta aproximaciones muy específicas de indicadores para ser aplicados en universidades, se llegó al acuerdo de tomar 25 indicadores como los más representativos y que son aplicables a la UPB, a partir de los 4 grandes

macroprocesos: docencia, investigación, extensión y administrativo-financiero. Por ello entonces la **Tabla 1**, representa los indicadores seleccionados y la forma de calcularlos.

Tabla 1. Variables e indicadores

Denominación de la variable	Ubicación en la matriz	Cuantificación del Indicador
Evaluación de los estudiantes y del Jefe inmediato igual o superior a 4.50 (CH)	a_{11}	$0,8 \left(\frac{promevalA}{promevalU} \right) Est + 0,2 \left(\frac{promevalA}{promevalU} \right) Jefe$
Experiencia en los cursos ofrecidos. Curso nuevo; curso existente (inferior a 5 años, de 5 a 10 años, de 10 a 15 años, de 15 a 20 años, superior a 20 años) (CH)	a_{12}	$A - (0,5] \text{ -----} > 0.2$ $B - (5, 10] \text{ -----} > 0.4$ $C - (10,15] \text{ -----} > 0.6$ $D - (15, 20] \text{ -----} > 0.8$ $E - > 20 \text{ -----} > 1.0$ $\frac{[A(0.2) + B(0.4) + C(0.6) + D(0.8) + E(1.0)]Area}{[N1(0.2) + N2(0.4) + N3(0.6) + N4(0.8) + N5(1.0)]Unidad}$
Nivel de capacitación acorde con las labores que realiza (CH)	a_{13}	Categoría docente $Auxiliar \text{ -----} > 0.25$ $Asistente \text{ -----} > 0.5$ $Asociado \text{ -----} > 0.75$ $Titular \text{ -----} > 1.0$
Factor de peso de acuerdo con el ranking en el escalafón docente (CH)	a_{21}	$\left(\frac{\#TCpregrado docencia A}{\#TCpregrado docencia U} \right) + \left(\frac{\#TC Espec docencia A}{\#TC Espec docencia U} \right) + \left(\frac{\#TC Magister docencia A}{\#TC Magister docencia U} \right) + \left(\frac{\#TC Doctor docencia A}{\#TC Doctor docencia U} \right)$
Participación en al menos un material de apoyo a la docencia, investigación, extensión (CH)	a_{22}	$\frac{\#material apoyo A}{\#material apoyo U}$
Experiencia del personal (docencia, investigación, extensión) (CH)	a_{23}	$\left(\frac{Exp prom personal docencia A}{Exp prom personal docencia U} \right) + \left(\frac{Exp prom personal invest A}{Exp prom personal invest U} \right) + \left(\frac{Exp prom personal extension A}{Exp prom personal extension U} \right)$
Número de premios, distinciones, reconocimientos (CH)	a_{31}	$\frac{\#premios, dist, recon A}{\#premios, dist, recon U}$
Nivel de formación (CH)	a_{32}	$\frac{(\#docpregrado A)}{(\#docpregrado U)} + \frac{(\#docEspecA)}{(\#docEspecU)} + \frac{(\#docMaestriaA)}{(\#docMaestriaU)} + \frac{(\#docDoctorA)}{(\#docDoctorU)}$
Capacidad para transmitir, enseñar, educar (CH)	a_{33}	$\frac{Prom eval docencia A}{Prom eval docencia U}$
Servicios de transferencia tecnológica realizados y finalizados (CR)	b_{11}	$\frac{\#servicios de transferencia en A}{\#servicios transferencia en U}$
Convenios establecidos (comerciales, educativos, etc.) (CR)	b_{12}	$\frac{\#convenios vigentes en A}{\#convenios vigentes en U}$
Aporte a la innovación (procesos o productos) (CR)	b_{21}	$\frac{\#proc o prod reconocidos como innovación A}{\#proc o prod reconocidos como innovación U}$
Productos de alto valor agregado (nuevas creaciones) desarrollados o en vigencia en el periodo de observación (CE)	b_{22}	$\frac{(\#spino ff + \#patentes + \#derechos utilidad)\{A\}}{(\#spino ff + \#patentes + \#derechos utilidad)\{U\}}$
Participación en comunidades científicas o disciplinarias (CH)	b_{31}	$\frac{\# comun cient o discip nales o internas A}{\# comun cient o discip nales o internas U}$
Diseño o mantenimiento de cursos, metodologías o didácticas (CH)	b_{32}	$\frac{\#cursos A}{\#cursos U}$
Evaluación del plan de acción con un porcentaje de favorabilidad mayor o igual a 80% (CE)	c_{11}	Evaluación plan de acción (plan operativo) con un porcentaje de favorabilidad $\geq 80\%$ $Si \text{ -----} = 1.0$ $No \text{ -----} = 0.0$
Participación en al menos una de las actividades de divulgación (redes, pares evaluadores,	c_{12}	$\frac{\#actividades divulgacion participa A}{\#actividades divulgacion participa U}$

Denominación de la variable	Ubicación en la matriz	Cuantificación del Indicador
ponencias, publicaciones, eventos nacionales, internacionales, promoción de programas, etc.) (CR)		
Alianzas con otras instituciones (universidades, empresas) (CR)	c_{13}	$\frac{\#alianzas\ vigentes\ A}{\#alianzas\ vigentes\ U}$
Dirección o asesoría de trabajos de grado (pregrado, especialización, maestría, doctorado) (CH)	c_{21}	$\frac{(\#Trabajos\ Grado\ Doctorado*1.0 + \#Trabajos\ grado\ Maestría*0.75 + \#Trabajos\ grado\ Especialización*0.5 + \#Trabajos\ grado\ pregrado*0.25)\Área}{(\#Trabajos\ Grado\ Doctorado*1.0 + \#Trabajos\ grado\ Maestría*0.75 + \#Trabajos\ grado\ Especialización*0.5 + \#Trabajos\ grado\ pregrado*0.25)Unidad}$
Diseño o mantenimiento de estructuras de divulgación (extensión) (CH)	c_{22}	$\frac{\#estrategias\ de\ divulgacion\ vigentes\ A}{\#estrategias\ divulgacion\ vigentes\ U}$
Generación, Dirección o Coordinación de eventos (institucionales, nacionales, internacionales) (CH)	c_{23}	$\frac{\#eventos\ institucionales\ (nal - internal)generados\ A}{\#eventos\ institucionales\ (nal - internal)generados\ U}$
Proceso de autoevaluación continuo que garantice la acreditación o reacreditación de alta calidad (CR)	d_{11}	$\frac{Total\ TC\ dedicados\ a\ autoevaluacion\ A}{Total\ TC\ dedicados\ a\ autoevaluacion\ U}$
Tecnología a disposición para realizar las labores encomendadas (CE)	d_{12}	$\frac{\#equipos\ de\ computo\ \leq\ 5\ años\ en\ A}{\#equipos\ de\ computo\ \leq\ 5\ años\ en\ U}$
Inversión en equipos de tecnología, infraestructura, etc., nuevos, sistemas, métodos (CE)	d_{21}	$\frac{\$invertidos\ en\ equipos\ (Lab,apoyo\ doc,invest\ A)}{\$invertidos\ en\ equipos\ (lab,apoyo\ doc,invest\ U)}$
Equivalentes en tiempos completos dedicados a docencia, investigación, extensión (CR)	d_{22}	$\left(\frac{TCE\ docencia\ A}{TCE\ docencia\ U}\right) + \left(\frac{TCE\ invest\ A}{TCE\ invest\ U}\right) + \left(\frac{TCE\ extensionA}{TCE\ extension\ U}\right)$

Una vez se ha hecho la selección y definición de los indicadores con los cuales se procederá a hacer la valoración de los intangibles y con base en datos reales y datos supuestos se procede a construir las matrices que permitirán la obtención del valor de dichos activos intangibles.

A partir de los datos reales se ubica en una de las Facultades con los informes estadísticos de la Oficina de Planeación y con el estudio de las hojas de vida de los docentes y con datos supuestos de la Escuela. Para el caso de las dos Facultades se llegó a la obtención de resultados que se plasman en varias matrices que incluyen aspectos tales como: número promedio de docentes que las Facultades disponían durante el año 2009 y teniendo en cuenta la información suministrada por el Boletín Estadístico de la UPB del año 2009. [9]

La Modelación mediante dinámica de sistemas tuvo en cuenta la utilización de herramientas para la comprensión del funcionamiento de los sistemas, partiendo de la definición de sistema “conjunto de elementos relacionados para un fin común”, en donde el Capital Intelectual se organiza como un sistema, donde su comportamiento emerge de las relaciones entre

sus componentes básicos: capital humano, estructural y relacional.

La Dinámica de Sistemas permite realizar análisis de sensibilidad, validación y análisis de políticas orientadas, para nuestro caso de análisis, a la concurrencia de los procesos de agregación de valor en las Instituciones de Educación Superior (Investigación, Extensión y Proyección Social, y Docencia), además de ser una aproximación a la realidad de lo que se declara oficialmente, la importancia indiscutible de los tres macroprocesos enunciados y en especial los de Investigación y Docencia, y la forma como se ve afectado uno de ellos por la inclinación de apoyo hacia el otro y lo que puede implicar esto en la fijación de políticas o dirección estratégica de las Comunidades Académicas o en el mantenimiento de la estructura académica de los programas que se ofrecen.

Lo anterior le permite a las Directivas fijar frentes o políticas de trabajo, de acuerdo con los planes operativos de las Unidades Académicas orientados al desarrollo del Plan Estratégico de la Universidad.

Con la Dinámica de Sistemas encontraremos posibles respuestas a inquietudes como las que a continuación describimos:

La investigación ha tomado, en los últimos tiempos, un papel significativamente alto en la estructura estratégica de las Instituciones de Educación Superior. Los docentes internos de las Instituciones de Educación Superior deben responder por semana a 40 horas de dedicación exclusiva en actividades de Investigación, Docencia o Extensión, por lo cual surgen inquietudes como ¿Cuál es la incidencia en la atención a la docencia, si más del 60% de los equivalentes en tiempo completo que atienden la docencia se dedican a labores exclusivas de investigación?

La mayor parte de los docentes, en las Instituciones de Educación Superior, ha desempeñado labores de Docencia que han conllevado a formar buenos profesionales que ahora lideran o participan en procesos de la Industria, por lo cual surge la inquietud de ¿Cómo se ve afectada la producción investigativa, si parte del Capital Intelectual dedicado a Investigación, representado en equivalentes tiempo completo, se dedica a labores exclusivas de docencia?

Se presenta a continuación, en la **Figura 1**, un diagrama causal que representa el modelo mental que tienen los autores sobre el Capital Intelectual y las relaciones entre sus componentes principales, con base en la literatura consultada

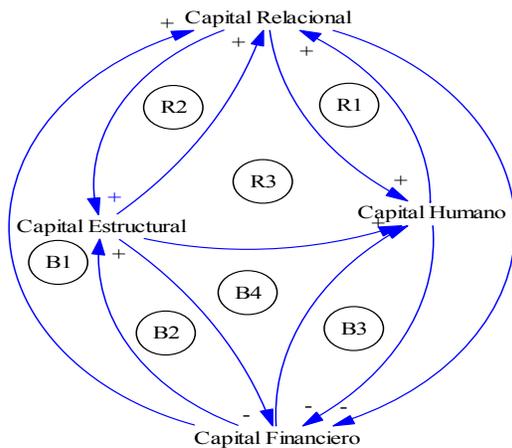


Figura 1. Diagrama causal del modelo mental del Capital Intelectual. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

El ciclo de refuerzo R1 determina el crecimiento del conjunto de conocimientos, habilidades, competencias y capacidades que desarrollan los individuos de la empresa en el fortalecimiento de las relaciones con los clientes, los proveedores, los accionistas y los entes de control y vigilancia,

así como a la comunidad en general, dentro de sus estrategias de mercado.

El ciclo de refuerzo R2 define el fortalecimiento de la estructura que brinda soporte a las relaciones de la compañía con su entorno, como por ejemplo los sistemas de información, las diferentes tecnologías, metodología y procesos que contribuyen a la eficiencia y calidad de la organización en sus funciones de atención a sus clientes, proveedores, etc.

El ciclo de refuerzo R3 es precisamente el conjunto de relaciones que determinan el comportamiento del Capital Intelectual de la organización a través de las relaciones entre sus componentes principales. [10]

4. MODELACIÓN Y SIMULACIÓN

La modelación que se presenta aquí se constituye en un laboratorio que permite simular, en un intervalo de tiempo de 10 años, el comportamiento de las variables más significativas de los macroprocesos de la organización, con énfasis en macroindicadores (factores) como el que a continuación se muestra en las **Tablas 2 y 3**:

A. Indicador 1

Tabla 2. Elementos en la formulación del indicador 1

Identificación de la variable	Aumento de las publicaciones
Grupo beneficiario	Facultad de IEE
Cuantificación	Aumento de las publicaciones en un 25%
Calidad	Publicaciones en revistas indexadas, con ISBN o con ISSN
Tiempo	Próximos 10 años
Ubicación	Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín)

Indicador verificable objetivamente:

Los productos orientados a publicaciones derivados de los tres macroprocesos de agregación de valor: Investigación, Docencia, Extensión y Proyección Social de la Facultad de IEE de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, aumentan en un 25% en los próximos 10 años.

B. Indicador 2

Tabla 3. Elementos en la formulación del indicador 2

Identificación de la variable	Aumento de los productos de alto valor agregado (PAVA)
Grupo beneficiario	Facultad de IEE
Cuantificación	Aumento en un 10% de los productos de alto valor agregado (PAVA)
Calidad	Productos de alto valor agregado posicionados en el medio
Tiempo	Próximos 10 años
Ubicación	Universidad Pontificia Bolivariana (Medellín)

Indicador verificable objetivamente:

Los productos de alto valor agregado (PAVA) derivados de los tres macroprocesos de agregación de valor: Investigación, Docencia, Extensión y Proyección Social de la Facultad de IEE de la Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, aumentan en un 10% en los próximos 10 años.

Mediante variaciones de los componentes de estos indicadores podemos obtener respuestas a preguntas como:

- A. ¿Qué pasaría, con los macroprocesos de Docencia, Extensión y Proyección Social, si para cumplir con el indicador 1 se toma la política de aumentar en un 25% los equivalentes en tiempo completo dedicados a labores exclusivas de Investigación, dejando los demás parámetros invariantes?
- B. ¿Qué pasaría, con los macroprocesos de Docencia, Extensión y Proyección Social, si para cumplir con el indicador 1 se toma la política de aumentar en un 25% los equivalentes en tiempo completo dedicados a labores exclusivas de Investigación, afectando además uno de los parámetros de contribución desde los tres macroprocesos de agregación de valor?

Se plantean preguntas equivalentes para el indicador 2, pero solo se presentará aquí el indicador 1 y algunas respuestas por el imperativo de brevedad.

Para cada una de las situaciones planteadas se hacen análisis a interrogantes como ¿qué pasaría con las políticas establecidas institucionalmente? Por ejemplo ¿cómo se afecta la política de Internacionalización en su componente de movilidad o en ser un Área de Docencia con Investigación e Innovación?

A través de esta simulación se espera visualizar el sistema desde una perspectiva global, donde se observe el ambiente de la situación de la valoración del Capital Intelectual y la relación directa entre las variables con las cuales tiene dependencia.

La modelación en Dinámica de Sistemas se inicia mediante los diagramas causales y los diagramas de niveles y flujos, ambas formas son complementarias y permiten un mayor entendimiento del sistema y de su formalización para la realización de estas versiones de simulación.

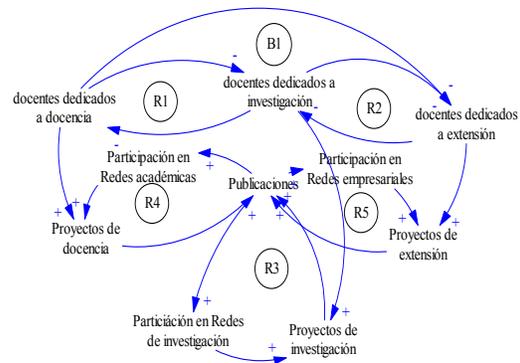


Figura 2. Diagrama causal Docente vs. Producción. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

El diagrama causal de la **Figura 2** muestra como el balance del crecimiento está limitado por el número de profesores dedicados en cada macroproceso y su correspondiente tasa de producción. Sin embargo, la lectura de las variables debe hacerse pensando en tiempos completos equivalentes de trabajo del profesor, ya que un docente normalmente tiene su asignación laboral distribuida en las tres actividades misionales de una Universidad, las cuales ya se han enunciado.

La valoración del Capital Intelectual de los miembros de una Comunidad Académica en una Institución de Educación Superior tiene una dependencia directa de las acciones específicas que se desempeñen en ella y esta medición y evaluación se puede hacer a través de indicadores cualitativos y cuantitativos, sobre los cuales, al hacer comparaciones se puede ir llevando la evolución en el tiempo de cada una de las variables básicas del Capital Intelectual.

Para el caso específico de una de las Facultades analizadas, **Figura 1**, se tiene la representación de

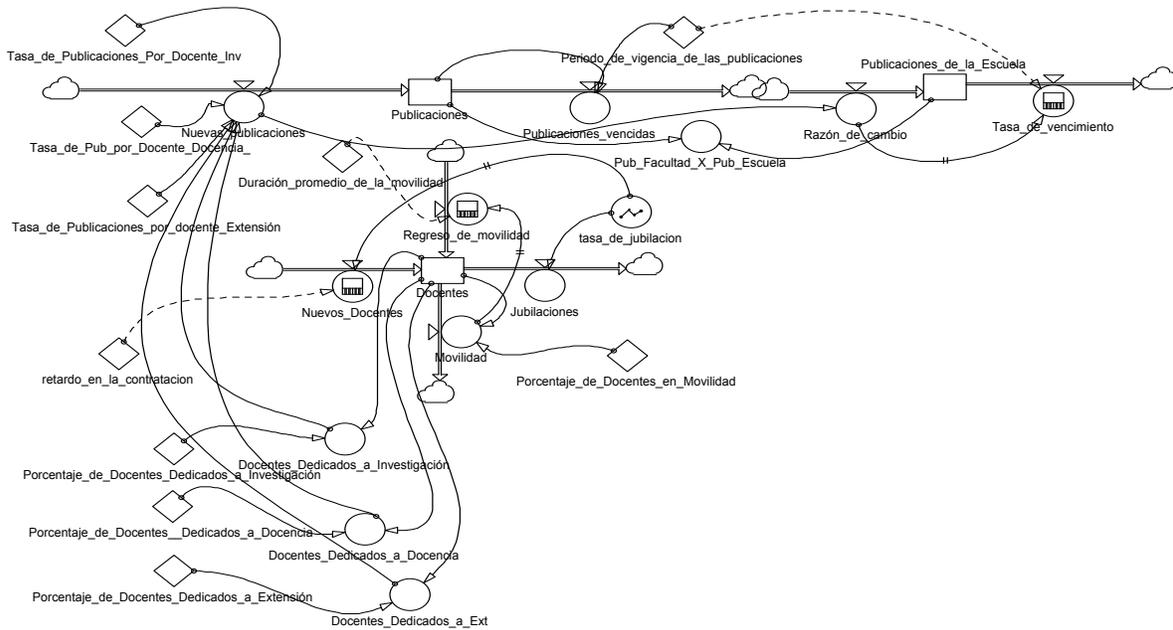


Figura 3. Diagrama de flujos y niveles asociados al indicador 1. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

su situación actual (2009) y de la simulación del comportamiento de las diferentes variables, orientadas a las posibles respuestas de las preguntas planteadas y su evolución en el tiempo. En la **Tabla 4** se presenta el resultado por macroproceso y en la **Tabla 5** los parámetros considerados.

Tabla 4. Resultado por macroproceso

Facultad IEE_200920		
Macroproceso	Tiempos completos	Porcentaje (%)
M1	18,1	73,83
M2	5,2	21,28
M3	1,2	4,89
Total	24,5	100

Tabla 5. Parámetros considerados para la simulación

Tasa de jubilación	Datos aleatorios, aproximados a lo real
Docentes en movilidad	10%
Duración promedio de la movilidad	6 periodos académicos
Retardo en la contratación	2 periodos académicos
Valor inicial publicaciones de la Facultad	4
Periodo de vigencia de las publicaciones	10 periodos académicos
Valor inicial publicaciones de la Escuela	15
Tasa de publicaciones por ETC docente dedicado a Investigación	1
Tasa de publicaciones por ETC docente dedicado a Docencia.	$\frac{1}{4}$

Tasa de publicaciones por ETC docente dedicado a Extensión.	$\frac{1}{2}$
Tasa de cambio publicaciones	$\frac{135}{20}$

ETC: Equivalente tiempo completo

En las **Figuras 5 a 9** se presenta su nivel de respuesta:

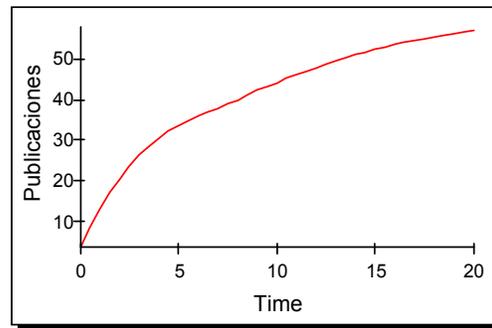


Figura 4. Comportamiento de las publicaciones de la Facultad, partiendo de las condiciones iniciales de M1, M2 y M3 del 20091. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

Total 57,27 en el 2019

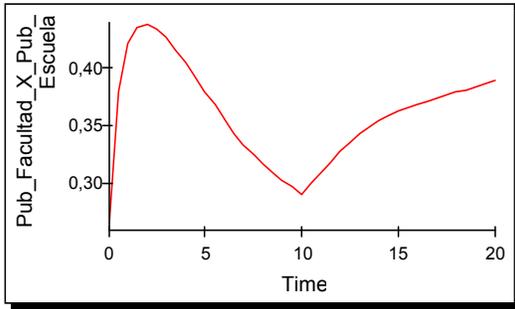


Figura 5. Factor de peso. Comportamiento de las publicaciones de la Facultad con relación a la Escuela, partiendo de las condiciones iniciales de M1, M2 y M3 del 2009. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

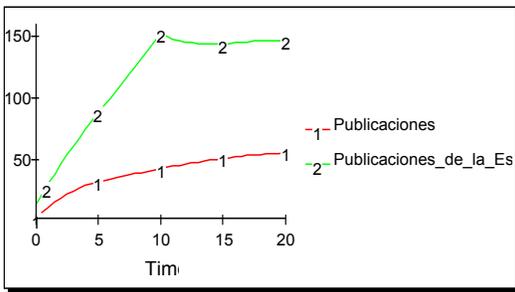


Figura 6. Comportamiento de las publicaciones de la Facultad con relación a la Escuela, partiendo de las condiciones iniciales de M1, M2 y M3 del 2009. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

Las publicaciones de la Escuela llegan a un valor máximo estable de 147,11 y las de la Facultad a 57,427 en el periodo 10; donde empieza a aplicar el parámetro de vencimiento de las publicaciones.

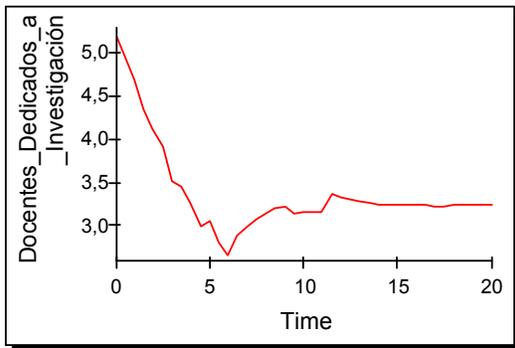


Figura 7. Comportamiento del equivalente tiempos completo de CI dedicados a investigación (M2), partiendo de las condiciones iniciales de M1, M2 y M3 del 2009. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

De acuerdo con estas condiciones su estado estable se logra cerca del periodo 10 y corresponde a cerca de 3,5 tiempos completos equivalentes dedicados a labores exclusivas de Investigación.

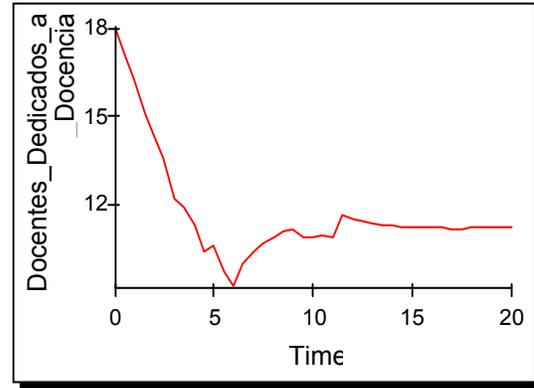


Figura 8. Comportamiento del equivalente tiempos completo de CI dedicados a Docencia (M1), partiendo de las condiciones iniciales de M1, M2 y M3 del 2009. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

De acuerdo con estas condiciones su estado estable se logra cerca del periodo 10 y corresponde a cerca de 11 tiempos completos equivalentes dedicados a labores exclusivas de Docencia.

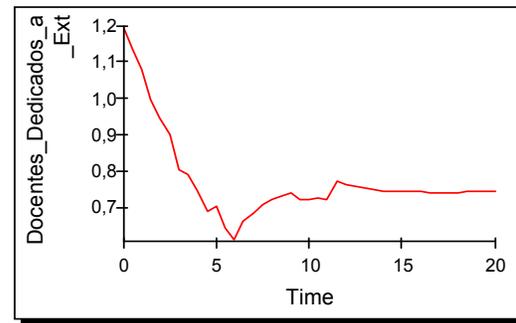


Figura 9. Comportamiento del equivalente tiempos completo de CI dedicados a Extensión y Proyección Social (M3), partiendo de las condiciones iniciales de M1, M2 y M3 del 2009. Fuente: Estrada, J; Lopez, G. (2011)

De acuerdo con estas condiciones su estado estable se logra cerca del periodo 10 y corresponde a cerca de 0,8 tiempos completos equivalentes dedicados a labores exclusivas de Extensión y Proyección Social.

4. CONCLUSIONES

Los modelos de valoración de Capital Intelectual basados en los aspectos contables y financieros no son aplicables a una institución educativa. De igual manera las metodologías que utilizan el valor de mercado de la empresa no se consideran adecuadas para su aplicación en una institución educativa.

Los modelos de valoración de Capital Intelectual desarrollados a partir de indicadores son muy útiles en una institución educativa y sus posibilidades de aplicación dependen de la estructura administrativa y académica, así como de los macroprocesos que tenga definidos la institución.

La Dinámica de Sistemas ha sido fundamental para este trabajo orientando la toma de decisiones, donde contribuye a la fijación de políticas que repercuten en un ahorro de tiempo, esfuerzo e inversión.

El Capital Intelectual es el mayor valor que tiene una empresa y mucho más lo es para una empresa de servicios educativos. El Capital Humano debe ser valorado como el dinamizador y motor de los otros dos componentes: el relacional y el estructural. No hay cambios ni decisiones en estos últimos dos componentes que no hayan tenido su paso por el componente humano. Razón esta que lleva más a requerir que las empresas tengan un alto puntaje en la satisfacción de sus empleados, ya que los niveles de desempeño van ligados directamente a dos factores: el nivel de satisfacción en lo que se hace y su grado de valoración. Si estos dos últimos se dan se puede esperar un buen desplazamiento o desempeño en las labores de mayor agregación de valor que la empresa tenga.

5. RECOMENDACIONES

Los autores recomiendan a las Instituciones de Educación Superior que la aplicación del modelo generado de valoración de Capital Intelectual se haga sobre los tres macroprocesos de mayor agregación de valor. En las empresas de prestación de servicios educativos serían: M1 Docencia, M2 Investigación y M3 Extensión y Proyección Social, no superando los 25 indicadores componentes de las matrices y modelar dos o tres macro indicadores, los más representativos en las funciones de la Empresa.

La confianza en el registro de los datos que sirven de punto inicial para estos análisis es trascendental, por lo cual los datos en las empresas deben ser los mismos

independientemente de los puntos de consulta donde se haga.

Si hay una confiabilidad favorable en los datos se puede realizar un análisis desde series de tiempo que sirva como otro elemento de apoyo en la toma de decisiones posteriores para los gerentes de los macroprocesos de agregación de valor en la Empresa, en las Unidades o en las Áreas.

Analizar el comportamiento de los tres macroprocesos y tener su registro en el tiempo contribuye al análisis posterior de transformación de distancias en su triángulo de comportamiento (variación en los ángulos de separación entre los vectores del triángulo, variación y análisis de ello en las líneas notables que lo conforman).

Para futuros trabajos de valoración del Capital Intelectual, en las Instituciones de Educación Superior, se puede pensar en la posibilidad de aplicación de lógica o control difuso.

Los productos de alto valor agregado (PAVA) deben ser entendidos como tal e incrementarlos no implica solo una directriz de aumento del macroproceso que los dinamiza, dada por algún directivo de la Empresa, sino que se debe acompañar de unos requerimientos o políticas de estímulos llamativos que no caduquen ni en el corto ni en el mediano plazo.

6. REFERENCIAS

- [1] Estrada M, J., & López F, G. L. (2011). Capital intelectual en las Facultades de Ingeniería Industrial e Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la UPB. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Gestión Tecnológica. Medellín.
- [2] Rodríguez Ruiz, O. (2003). Indicadores de Capital intelectual: concepto y elaboración. I Congreso Internacional y Virtual de Activos Intangibles, Instituto Universitario de Administración de Empresas. Universidad Autónoma de Madrid, Madrid.
- [3] Sánchez, P., García-Ayuso, M., & Chaminade, C. (2000). Guidelines for managing and reporting on intangibles. Madrid, España: Fundación Airtel Movil
- [4] Universidad Pontificia Bolivariana. www.upb.edu.co; http://www.upb.edu.co/portal/page?_pageid=954,1&_dad=portal&_schema=PORTAL; citado 15 de agosto de 2012.
- [5] Bueno. (1998). El Capital Intangible como Clave Estratégica en la Competencia Actual. Boletín de Estudios Económicos, 164 (LIII), 207-229.
- [6] Sánchez Muñoz, M. P. (2007). La Gestión Estratégica de la Universidad Contemporánea: Reflexiones sobre la Potencialidad de los Modelos de Capital Intelectual. Revista de Investigación en Gestión de la Innovación y Tecnología
- [7] Estrada M, J., & López F, G. L. Capital intelectual en las Facultades de Ingeniería Industrial e Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la UPB. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Gestión Tecnológica. Medellín. (2011).
- [8] Morecroft, J.D.W. y Sterman, J.D. Modeling for Learnig Organizations, Productivity Press, Portland, pag.195.(1994).
- [9] Estrada M, J., & López F, G. L. Capital intelectual en las Facultades de Ingeniería Industrial e Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la UPB. Trabajo de grado para optar al título de Magister en Gestión Tecnológica. Medellín. (2011).
- [10] Jackson, M.C. Systems Thinking – Creative Holism for Managers, Wiley, Chichester, pag. 83. (2003).



www.dinamica-de-sistemas.com

Libros

Cursos Online



[Ejercicios](#)



[Curso Básico Intensivo en Dinámica de Sistemas](#)



[Avanzado](#)



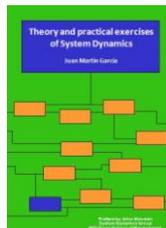
[Curso Superior en creación de modelos de simulación](#)



[Conceptos](#)



[Modelos de simulación en ecología y medioambiente](#)



[English](#)



[Planificación de empresas con modelos de simulación](#)



[Português](#)



[System Thinking aplicado al Project Management](#)