



## Valoración del Capital Intelectual como estrategia de Innovación<sup>1234</sup>

### Resumen:

Se trata de la búsqueda de un modelo para hacer valoración del capital intelectual de una organización. Está inscrito en las dificultades de muchas empresas cuando tratan de responderse las preguntas: ¿Cuánto vale el talento humano de alguno de sus funcionarios? ¿Y si ese funcionario decide retirarse, cuánto vale su reemplazo? En la medida en que la empresa asuma la reflexión en torno a estos cuestionamientos, podrá mejorar su capacidad de innovación.

En la ejecución del trabajo que soporta este artículo, se realizó una revisión sistemática de los últimos 20 años de la documentación producida en el mundo en el campo de la valoración del Capital Intelectual, lo que ha implicado comparar modelos, experiencias y resultados en torno a la productividad y a la innovación de las empresas.

De los modelos estudiados no se encuentra que alguno es el ideal y para todo tipo de empresa, sino que tienen aplicación a situaciones particulares. Por ello se ha estudiado con un criterio de rigurosidad la propuesta de un modelo matemático que permita recomendar una metodología más general y de fácil aplicación a las necesidades de cualquier organización.

El resultado medular de este trabajo pretende orientar los esfuerzos de las instituciones hacia un marco propio de valoración del capital intelectual que les permita mejorar en aspectos tales como contratación, retención, entrenamiento, formación, y como resultado de esta actividad se mejoren las capacidades de innovación de la empresa.

*Palabras claves: Capital Intelectual, modelos, valoración, valor, activos intangibles, indicadores de gestión, capital humano, capital estructural, capital referencial, indicadores, innovación.*

---

<sup>1</sup> Santiago Quintero Ramirez Ing., MSc., Especialista. Profesor Asistente Escuela de Ingenierías, Grupo de Investigación en Política y Gestión Tecnológica. Circular 1 No. 70-01, Bloque 7 Piso 1. Medellín, COLOMBIA Tel: +57(4)415 90 92.Ext. 9894 [santiago.quintero@correo.upb.edu.co](mailto:santiago.quintero@correo.upb.edu.co)

<sup>2</sup> Diego Cuartas Ramírez. Ing., MSc. Profesor Titular Escuela de Ingenierías. Universidad Pontificia Bolivariana Circular 1 No. 70-01, Bloque 11. Piso 1. Grupo de Investigación en Política y Gestión Tecnológica. Medellín, COLOMBIA Tel: +57(4)354 45 22. [diego.cuartas@correo.upb.edu.co](mailto:diego.cuartas@correo.upb.edu.co)

<sup>3</sup> Guillermo León López Flórez. Licenciado en Matemáticas. Ingeniero Electrónico. Especialista en Gestión Tecnológica. Especialista en Didáctica de las Ciencias. Docente Titular. Centro de Ciencia Básica| Escuela de Ingenierías. Universidad Pontificia Bolivariana .Circular 1 No. 70-01, bloque 11. Medellín, COLOMBIA. Tel: +57(4)4488388.Ext. 9066 - 9504. [guillermo.lopez@upb.edu.co](mailto:guillermo.lopez@upb.edu.co)

<sup>4</sup> Jairo Estrada Muñoz. Ingeniero Industrial, Especialista en Gestión Tecnológica, Especialista en Ergonomía. Docente Titular. Escuela de Ingenierías. Facultad de Ingeniería Industrial. Grupo de Investigación Sistemas de Administración Industrial. Circular 1 No. 70-01, bloque 11. Medellín, COLOMBIA Tel: +57(4)4488388. Ext.9526.[jairo.estrada@upb.edu.co](mailto:jairo.estrada@upb.edu.co) |



## INTRODUCCIÓN

La valoración del capital intelectual en las empresas se inició desde hace algunos años, lo que ha llevado a un replanteamiento de los modelos de gestión, de las formas de hacer renovación y desarrollo de la empresa y de las formas de registrar los activos de la empresa. En la sociedad del conocimiento, el capital intelectual tiene una importancia muy destacable, hasta considerarlo por algunos investigadores como una de las variables que proporcionan mayor valor a la empresa.

El concepto de capital intelectual se inicia desde el año 1969, cuando el economista John Kenneth Galbraith sugiere que el capital intelectual representa más que mero conocimiento o simplemente intelecto, que podría considerarse como una forma de creación de valor y como un activo en el sentido clásico del término. Posteriormente muchos otros 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.

Para entender el significado de capital intelectual como un activo intangible es necesario remitirse a las diferentes estructuras de representación de la información sobre los activos de una empresa. Desde antes de 1900 los balances de las empresas indicaban que el capital estaba representado por los activos tangibles y con un enfoque fundamentalmente financiero. Los activos estaban representados por la tierra, las edificaciones, las materias primas, los productos terminados, las máquinas, el trabajo; y como factores generadores de la riqueza de la sociedad se constituían la tierra, el trabajo, el capital y el conocimiento. La importancia relativa de cada uno de estos factores ha venido variando con el tiempo.

En los inicios de la era de la información, en la década de 1980, surge la diferencia entre el valor contable y el valor de mercado, indicando que los precios de los productos tenían incorporado un mayor valor percible por el mercado, debido al particular aporte de conocimientos especiales, el resultado de un proceso con información, la propiedad intelectual de la

producción o del proceso productivo. En la sociedad del conocimiento - decenio 1991 al 2000- comienzan a destacarse los intangibles. El factor de mayor incidencia en la generación de la riqueza es el conocimiento. Dentro de los sistemas de gestión empresarial se comienzan a tener en cuenta los aspectos que puedan incidir en el mejoramiento de las capacidades, conocimientos, y motivaciones del personal, tales como competencias, liderazgo, trabajo en equipo, clima organizacional, empoderamiento, planeación participativa, y otros más. Se daba pie para que el conocimiento asumiera un papel predominante: una fuente de primer orden en la creación de valor, y se convirtiera en generador de ventajas competitivas. A finales de los 90 el tema de capital intelectual comienza a verse de manera más clara en documentos, artículos, conferencias, y aparecen proyectos para su implantación y para su medición. Así mismo, varias empresas empiezan a incorporar estos conceptos en sus sistemas de indicadores.

### I. LOS ACTIVOS INTANGIBLES

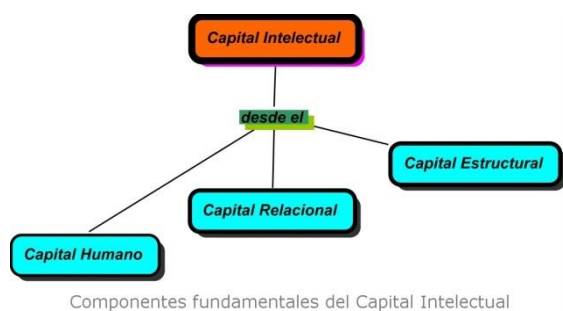
Los activos intangibles expresan lo inmaterial dentro de una organización, en oposición a los factores clásicos de producción. Hasta los años 80, el valor máspreciado de las empresas se ubicaba en sus activos tangibles: instalaciones, maquinaria, equipo, mercancías, así como los activos financieros. Pero posteriormente se da un proceso por medio del cual en la valoración de las empresas se presenta una diferencia entre el valor contable y el valor de mercado. Se evidencia en grandes transacciones económicas de empresas que no tenían suficientes activos tangibles para representar el valor de mercado, pero que si estaba representado en la imagen de la empresa, en su capacidad de generar proyectos, en la capacidad de innovación, patentes, aplicaciones informáticas, en fin, en los conceptos que hoy identificamos como capital intelectual.

### II. LOS COMPONENTES DEL CAPITAL INTELECTUAL

El Capital intelectual se entiende como el conjunto de activos intangibles de una organización, que no están reflejados en los estados contables tradicionales, pero que generan valor o tienen potencial de generarlo en

el futuro. Su estructura básica se representa en la figura 1.

A su vez, se entiende como Capital Humano al conjunto formado por el conocimiento, las habilidades y el talento de los individuos, en donde se incorporan las competencias, las actitudes y la agilidad intelectual de las personas para asumir responsabilidades dentro de un entorno tecnológico determinado; con este se permite generar valor y a la vez servir como fuente de innovación y desarrollo. También se puede entender el capital humano como el resultado lógico de las inversiones realizadas por la empresa en la formación del personal. Por ello cuando las personas salen de la empresa, también se va con ellos el capital humano y se requiere reemplazarlo por alguien superior o igualmente calificado.



**Figura 1. Estructura del Capital Intelectual**  
 Fuente: Elaboración propia

Se entiende como Capital Estructural al conocimiento que la empresa ha desarrollado y que permanece dentro de la empresa, en su estructura, en sus procesos o en su cultura, involucra el conocimiento sistematizado, explícito e interiorizado por la organización, las patentes, el copyright, el derecho sobre diseños, las marcas de fábrica, las tecnologías, las metodologías y los sistemas de información y de gestión.

Se entiende como Capital Relacional al conjunto de relaciones de la empresa con los clientes, los proveedores, los accionistas, la comunidad, las entidades de control y vigilancia. En el lenguaje empresarial común de estos días, podría decirse que este aspecto del capital corresponde al sistema de relaciones entre la empresa y sus stakeholders.

Todos estos componentes del Capital Intelectual se pueden organizar como variables a partir de la siguiente tabla:

**Tabla 1. Variables del capital intelectual**

Capital humano	Capital estructural	Capital relacional
Conocimientos	Patentes	Imagen de marca
Habilidades	Investigación y desarrollo	Calidad del servicio
Competencias	Infraestructura física	Relación con clientes
Creatividad	Propiedad intelectual	Relación con proveedores
Capacidad investigativa	Organización y cultura corporativa	Relación con accionistas
Experiencia		Relación con bancos
Liderazgo		Relación con comunidad
Motivación		Relación con instituciones públicas

### III. LA VALORACIÓN DEL CAPITAL INTELECTUAL

Los modelos de valoración del capital intelectual son herramientas útiles para identificar, clasificar y valorar activos intangibles. Cualquiera de los modelos persigue unos objetivos en la valoración del capital intelectual: medir resultados mediante indicadores financieros y no financieros, indicadores cuantitativos y cualitativos.

Para hacer un análisis del proceso de valoración del capital intelectual se busca generar determinantes de la creación de valor, en el interior de la organización y en su exterior. De otro lado, los modelos de valoración de capital intelectual han contribuido a mejorar el proceso de clasificación de activos y especialmente en generar los instrumentos para la valoración de los activos intangibles.

Desde muchos de los modelos se encuentran diversos tipos de interrelaciones: entre bloques del Capital Intelectual (Humano, Estructural, Relacional); entre los bloques del capital intelectual y otros activos intangibles (entre Capital Intelectual y capital financiero; entre Capital Intelectual y aprendizaje).



Cada uno de los modelos de valoración de capital intelectual se construye a partir de Indicadores de medida y en cada uno de ellos podemos encontrar limitaciones y posibilidades dependiendo de las características estructurales de la respectiva organización.

Los indicadores deben reunir características aplicables y deseables, que pueden resumirse de la siguiente manera:

- Simples: de cálculo inmediato y con utilización de pocos recursos.
- Específicos: para incrementar su utilidad.
- Medibles: expresable cuantitativamente para poder comparar.
- Representativos: debiendo reflejar lo que realmente se quiere medir.
- Independientes: que no exista correlación entre ellos.
- Positivos: para poder describir en mejor forma su significado.
- Limitados en número: para evitar la dispersión de la información.

Dentro de la variedad de modelos que se han estudiado se encuentran los citados en la tabla 2:<sup>5</sup>

**Tabla 2. Modelos de valoración de CI**

Número	Nombre del modelo	Fecha	Autor(es)
1	Q de Tobin	1950's	James Tobin
2	Human Resource Costing & Accounting (HRCA1)	1970's	Flamholtz
3	Human Resource Costing & Accounting (HRCA2)	1988	Johansson
4	The Invisible Balance Sheet	1989	Sveiby (The Konrad Group)
5	HR Statement	199	Ahonen

<sup>5</sup> Rodríguez Ruiz, Oscar. Indicadores de capital intelectual: concepto y elaboración. Instituto Universitario de Administración de Empresas. Universidad Autónoma de Madrid. I Congreso Internacional y Virtual de Activos Intangibles. 2003

<sup>6</sup> Abad Alfonso, Annayka; Rivero Díaz, Dania; Gutierrez Rosales, Ailed. Capital Intelectual. Origen, evolución y desarrollo. Conceptualización. En <http://www.gestiopolis.com/economia/capital-intelectual.htm>; Cuba. 2009

		0	
6	Balance Scorecard	1992	Kaplan y Norton
7	Celemi	1995	Celemi (Empresa Sueca)
8	Holistic Accounts	1995	Ramball Group
9	Technology Broker	1996	Brooking
10	Universidad West Ontario	1996	Bontis
11	Citation Weighted Patents	1996	Dow Chemical
12	Canadian Imperial Bank	1996	Hubert San-Onge
13	Navigator Skandia	1997	Edvinsson, Malone
14	Intellectual Assets Monitor	1997	Kart Eric Sveiby
15	Valor Económico Agregado (EVA)	1997	Stern & Stewart
16	Valor Intangible Calculado (CIV)	1997	Stewart
17	Value Added Intellectual Coefficient (VAIC)	1997	Pulic
18	IC-Index	1997	Roos, Roos, Dragonetti & Edvinsson
19	Modelo Intelecto	1998	Euroforum
20	Capital Intelectual	1998	Dragonetti y Roos
21	Modelo Dirección Estratégica por Competencias	1998	Bueno
22	Inclusive Valuation Methodology (IVM)	1998	McPherson
23	Accounting for the future (AFTF)	1998	Nash, H.
24	Investor Assigned Market Value (IAMV)	1998	Standfield
25	Modelo NOVA	1999	Club de Gestión del Conocimiento de la Comunidad Valenciana
26	Knowledge	199	Lev



6	Capital Earnings	9	
2 7	Value Creation Index (VCI)	200 0	Maum, Ittner, Larcker, Low, Siesfeld and Malon
2 8	The value explore	200 0	Andriessen & Tiessen
2 9	Intellectual Asset Valuation	200 0	Sullivan
3 0	Total Value Creation (TVC)	200 0	Anderson & McLean
3 1	Intangible Assets Statement	200 1	García
3 2	Knowledge Audit Cycle	200 1	Schiuma & Marr
3 3	Intellectual Model	200 2	Sánchez
3 4	FiMIAM	200 2	Rodoy & Leliaert
3 5	IC Rating	200 2	Edvinsson
3 6	Value Chain Scoreboard	200 2	Lev B.
3 7	Meritum Guidelines	200 2	European Comission
3 8	Public Sector IC	200 3	Bossi
3 9	Danish Guidelines	200 3	Mouritzen, Burh & al.
4 0	IC- dVAL	200 3	Bonfour
4 1	National Intellectual Capital Index	200 4	Bontis
4 2	ICU Report	200 9	Sánchez

Fuente: (Rodríguez Ruiz, Oscar. Indicadores de capital intelectual: concepto y elaboración. Instituto Universitario de Administración de Empresas. Universidad Autónoma de Madrid. I Congreso Internacional y Virtual de Activos Intangibles. 2003); (Abad Alfonso, Annayka; Rivero Díaz, Dania; Gutierrez Rosales, Ailed. Capital Intelectual. Origen, evolución y desarrollo. Conceptualización. En <http://www.gestiopolis.com/economia/capital-intelectual.htm>; Cuba. 2009)

Los conceptos involucrados y los aspectos más importantes que se destacan en estos modelos de valoración del capital intelectual, son los siguientes: muchos de ellos se han diseñado como complemento del enfoque financiero de los activos tangibles para facilitar la

administración de la empresa, partiendo del reconocimiento del capital intelectual como un medio estratégico; en gran cantidad de estos modelos se inicia con un reconocimiento institucional que incluye misión, visión, objetivos y estrategias, así como el entorno de la organización; igualmente en varios de ellos, luego de hacer la identificación de la empresa se definen los factores claves de éxito, es decir, las que soportan el desarrollo de la empresa; mediante un ejercicio de definición de indicadores se hace una redefinición de aquellos factores de éxito; luego los indicadores se ubican dentro de las diversas categorías del capital intelectual y se expresan en términos de formas de capital identificado por la empresa, para hacer compatible el esquema teórico del capital intelectual y la práctica. Con los indicadores claramente establecidos, la organización puede desarrollar nuevas estrategias, entre las cuales se pueden fortalecer las de innovación.

Pero del análisis de todos los modelos de valoración de capital intelectual no se puede concluir que hay uno que sea mejor que todos, sino que hay aspectos complementarios entre ellos. Podría decirse que para hacer una muy buena valoración sería conveniente hacer híbridos de varios. Algunos presentan ventajas, como unos fuertes indicadores agrupados, o un software que los respalde en el seguimiento a través del tiempo, e incluso algunos han soportado su fortaleza en que empresas de carácter internacional los vienen implementando con relativo éxito.

#### IV. EL PAPEL DE LA INNOVACIÓN ORGANIZACIONAL

Desde el año 1939 Schumpeter<sup>7</sup> había trabajado el concepto de innovación no tecnológica, en nuevos tipos de organización. Se trata de un concepto factible o de la combinación de varios conceptos nuevos o anteriores en un nuevo esquema y que luego desarrolla otro de utilidad práctica para la organización.

Si consideramos que la innovación puede ser una de las fronteras de la competitividad, su poder se puede utilizar en cuanto crea valor para los miembros de una organización, sus clientes, sus propietarios y sus colaboradores.

<sup>7</sup> Schumpeter, J.A. 1939. Business Cycles: A Theoretical, Historical, and Statistical Analysis of the Capitalist Process. New York and London: McGraw-Hill.



La innovación, integrada estratégica y operacionalmente en el proceso empresarial, implica que la organización tiene capacidad para contratar y nombrar personal calificado, proporcionar a estas personas los recursos necesarios y las herramientas y técnicas más adecuadas, y conducirlos hacia los resultados deseados.

Cuando se reconoce una oportunidad de innovación tecnológica igualmente se ponen en marcha procesos administrativos o sistemas empresariales encaminados a la generación de la idea. Pero cuando se trata de innovación no tecnológica lo que se constituye en su determinante es el ambiente de trabajo innovador. Un ambiente de trabajo innovador se ubica en el proceso organizacional, ya que la innovación no es el resultado de personas aisladas sino que es el producto de la interacción de las personas y organizaciones de apoyo interactuando en forma muy compleja.

Se ha evidenciado que las influencias orientadas hacia las personas producen un efecto muy fuerte sobre el desempeño innovador de una organización y está radicada en aspectos tales como: satisfacción personal con los desafíos profesionales, los logros y el reconocimiento del trabajo, las comunicaciones efectivas entre los miembros de los grupos y las unidades de apoyo, el buen espíritu de equipo, la confianza mutua, el bajo conflicto interpersonal, el sentido de pertenencia.

Existen muchas variables en el dominio del control gerencial del más alto nivel, con respecto a las influencias orientadas a la organización se encuentran: estabilidad organizacional, disponibilidad de recursos suficientes, participación y apoyo administrativo, compensación personal, estabilidad de metas, objetivos y prioridades organizacionales. Todo ello exige un esfuerzo desde la gerencia para que efectivamente el personal lo perciba mediante una comunicación adecuada.

La innovación organizacional incluye la introducción de cambios significativos en la estructura organizacional, la implementación de técnicas gerenciales avanzadas y la implementación de cambios en la orientación corporativa de la firma. Una innovación organizacional es la implementación de un

nuevo método de organización aplicado a las prácticas de negocio, al lugar de trabajo o a las relaciones externas de la empresa. A partir del Manual de Oslo de 2005<sup>8</sup>, las innovaciones organizativas no constituyen solo un factor de apoyo para la innovación de producto y proceso, también influyen en los resultados de la empresa, mejoran la calidad y la eficiencia del trabajo, favorecen el intercambio de información, así como también sirven para dotar a la empresa de una mayor capacidad de aprendizaje y de utilización de nuevos conocimientos y tecnologías.

Existen actualmente muchos proyectos en el mundo que llevan a cabo iniciativas para entender las características específicas de dichos factores no tecnológicos y su influencia en los procesos de innovación, para mejorar el diseño y la efectividad de las políticas. En muchos de ellos se parte de la hipótesis de que los factores no tecnológicos son decisivos para incrementar la capacidad innovadora de las empresas, los sectores, las regiones y, en consecuencia, de los sistemas nacionales de innovación.

En el Manual de Oslo se reconoce entonces la existencia de factores no tecnológicos, denominados "intangibles", que forman parte del capital intelectual de una organización. Incluso el Manual añade un capítulo dedicado a las conexiones y redes entre empresas como potenciadores de la creación de Innovación y la capacidad de aprendizaje y absorción de las empresas. Con las nuevas líneas de investigación de Capital Intelectual e Intangibles, las conexiones y redes se agrupan en el componente de Capital Relacional, dentro del Capital Intelectual.

## V. UNA PROPUESTA DE MODELO MATEMÁTICO PARA VALORACIÓN DE CAPITAL INTELECTUAL

Se requiere tener en cuenta las siguientes características, conceptos y aproximaciones: Una señal es una función del tiempo y representa a una variable física dentro de un sistema, la representaremos como  $f(t)$  o

<sup>8</sup> Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos OECD; Oficina de Estadísticas de las Comunidades Europeas. Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación. Tercera edición. Traducción Española Grupo Tragsa. ISBN 84-611-2781-1

$x(t)$  (letras minúsculas). Como  $t$  es continuo, la señal la vamos a considerar de tiempo continuo  $\forall t, t \in \mathbb{R}_e$ . Como interesa conocer con cierto “grado de certeza” el valor de la señal para cada instante  $t$  necesitamos hallar una tabla de datos o una función matemática para representarla.

Un sistema es un conjunto de objetos que interactúan entre sí para conseguir un fin determinado. “Un sistema puede ser representado mediante un sistema lineal con coeficientes constantes, cuyo prototipo es

$$\frac{dx_i}{dt} = \sum_{j=1}^n a_{ij} x_j + b_i$$

(  $i = 1, 2, 3, \dots, n$  ;  $a_{ij}, b_i$  constantes )<sup>9</sup>.  
 (Ecuación 1)

La ecuación 1 es una Ecuación Diferencial matricial de primer orden que expresa implícitamente al estado del sistema  $x(t)$ ,  $t \geq t_0$ , con  $x(t_0) = x_0$ ,  $\forall t \geq t_0$ .

Un sistema de este tipo puede representarse mediante una única ecuación diferencial de orden  $n$ .

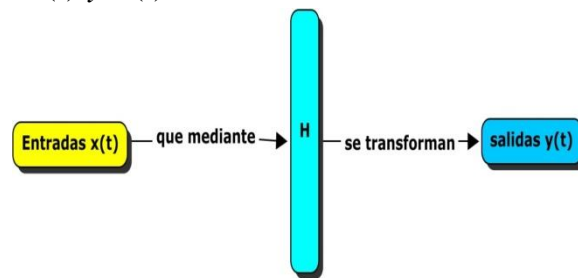
Los objetos que conforman el sistema son subsistemas ( sistemas con comportamiento conocido). La interacción entre los objetos debe poderse cuantificar, lo cual se logra estableciendo las variables de interés dentro del sistema o que actúan sobre él. Estas variables se representan mediante señales.

Se considera entonces el sistema como una caja negra a la que entran unas señales

$x_i(t)$ , entradas, que al interactuar dentro de él se procesan para obtener otras señales  $y_j(t)$ , salidas.

El sistema se representa mediante un procedimiento (función)  $H$ , tal que:  
 $Y(t) = H(X(t))$  o  $Y = HX$  donde:  
 $X(t) = (x_1(t), x_2(t), x_3(t), \dots, x_m(t))$  y  
 $Y(t) = (y_1(t), y_2(t), y_3(t), \dots, y_n(t))$ ,  
 (Ecuación 2)

la cual denota la relación de causa efecto entre  $X(t)$  y  $Y(t)$ .



**Figura 2. Esquema básico de un sistema.**  
**Fuente: Elaboración propia**

Es necesario modelar el sistema mediante parámetros físicos distribuidos a lo largo del mismo, lo cual implica un modelaje matemático mediante ecuaciones diferenciales parciales (EDP). Una consideración importante va a ser asumir el sistema como lineal, lo cual nos dará más ventajas para el análisis y diseño mediante técnicas de aproximación por sistemas lineales. De acuerdo con lo anterior vemos una gran posibilidad de modelar el sistema empleando variables de estado<sup>10</sup>.

Un sistema de orden  $n$  tiene  $n$  elementos almacenadores de energía y por lo tanto  $n$  variables de estado.

El estado general del sistema lo podemos representar mediante  $x(t)$ ,  $y(t)$  y su función de transformación  $H[\bullet]$  donde:  
 $x(t) = F(x(t_0), \mu(t), t)$  (Ecuación 3)

El estado del sistema puede determinarse en forma única a partir de su estado inicial en  $t = t_0$  y de las entradas para  $t \geq t_0$ .

$x(t)$ : Ecuación de estado del sistema (Vector de estado del sistema.  $n$  componentes para un sistema de orden  $n$ ).

$y(t) = G(x(t), \mu(t), t)$  ecuación de salida del sistema.

$x(t_0)$ : representa el estado inicial del sistema( en  $t = t_0$ )

$\mu(t)$ : Vector de entrada (Determina a  $r$ ).

$y(t)$ : vector de salida (Determina a  $s$ ).

<sup>10</sup> Variables de estado. [En línea] <  
<http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ingenieria/2001619/lecciones/estado/node4.html> > [ Consulta: 5 Oct. 2009]

<sup>9</sup> Bertalanffy, L. Von. Tendencias en la teoría general de sistemas. Madrid: Alianza editorial, 1978. P. 63.



Matricialmente sería:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + B\mu(t), \text{ con } x(t_0) = x(t = t_0)$$

Ecuación de estado del sistema.  
 (Ecuación 4)

$$y(t) = Cx(t) + D\mu(t), \text{ con } t \geq t_0$$

Ecuación de salida del sistema.  
 (Ecuación 5)

El comportamiento interno del sistema queda totalmente descrito por el vector de estado del mismo,  $x(t)$

Lo anterior refuerza que el sistema puede representarse por las ecuaciones 4 y 5, las cuales describen el comportamiento interno del sistema (ecuación de estado del sistema, ecuación 4) y su relación con las salidas (ecuación de salida del sistema, ecuación 5), donde:

$x(t_0)$ : Representa el estado inicial del sistema en  $t = t_0$

$x(t)$ : Matriz de orden  $nx1$

Vector de estado del sistema.

$\dot{x}(t)$ : Matriz de orden  $nx1$

Variación del estado del sistema en el tiempo.

$\mu(t)$ : Matriz de orden  $rx1$

Vector de entrada.

$y(t)$ : Matriz de orden  $sx1$

Vector de salida.

$A$ : Matriz de orden  $nxn$

Siempre es una matriz cuadrada.

$B$ : Matriz de orden  $nxr$

$C$ : Matriz de orden  $sxn$

$D$ : Matriz de orden  $sxr$

El sistema entonces es de orden  $n$  con  $r$  entradas y  $s$  salidas. El sistema lo consideramos como lineal, invariante y determinista. La ecuación 4 es una ecuación diferencial matricial de primer orden y expresa implícitamente al estado del sistema  $x(t)$  para  $t \geq t_0$ . Conjunto de  $n$  ecuaciones diferenciales de primer orden en  $n$  variables de estado.

Los componentes de las matrices  $A, B, C,$  y  $D$  deben definirse a partir de la estructura del sistema y están determinados por los indicadores de valoración del capital intelectual, teniendo un significado propio cada vector fila o columna que se tome de acuerdo con la estrategia específica de cada empresa

Mediante esta propuesta se busca describir el comportamiento interno del sistema (Facultad, proyecto, etc.) en términos de las entradas y expresar en términos de dicho comportamiento interno y de la entrada la salida del sistema.

El análisis del Capital Intelectual podemos verlo en su analogía como un “circuito<sup>11</sup>”. Lo que nos interesa de un circuito es que “realiza algo”<sup>12</sup>. Para nosotros este algo se puede interpretar como responder a un proyecto o proceso, a la docencia, a la investigación o a la extensión. El capital intelectual es el flujo a través del circuito. En los circuitos de “Capital Intelectual”, CI, el camino cerrado lo forman materiales y dispositivos capaces de permitir el paso de grandes o pequeñas cantidades de “flujo”, en este caso flujo de capital. Este flujo se compone de las llamadas partículas elementales: Capital Humano (CH), Capital Estructural (CE) y Capital Relacional (CR), que son los que se mueven en los circuitos de CI. El flujo de CI está movido por unas cantidades definidas de

carga,  $\sum_{i=1}^n [CH_i + CE_i + CR_i]$ , las cuales serán consideradas como variables independientes. El Capital Intelectual como estrategia de innovación debe verse reflejado en las funciones sustantivas de la educación superior (Docencia y Aprendizaje (D), Investigación e Innovación (In) y Proyección Social (Ex)). Una posible modelación es:

El sistema es de tercer orden  $n = 3$ . Se tienen tres elementos de almacenamiento de energía:

D: Docencia; Ex: Extensión; In: Investigación.

Donde las fuentes o motivadores de Capital son:

E1: ES, Estimulo Salarial (remuneración) del CI.

E2: ED, Evaluación de Desempeño del CI.

Definiendo las características del sistema se tiene:

• Entradas:

E1 y E2 que en adelante llamaremos:  $\mu_1(t), \mu_2(t)$ , lo cual implicaría  $r = 2$

• Salidas:

<sup>11</sup> Diez, Emiro; Lopera Jairo. Circuitos eléctricos. Medellín. Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana, 2001.p 3.

<sup>12</sup> Circuitos eléctricos. Diez Emiro, Lopera Jairo A. Página 3.



$y_1(t)$ : Corriente por D, o su flujo de capital.  
 $y_2(t)$ : Diferencia de potencial del Capital Intelectual, la variación de la energía por unidad de carga en  $E_2$ .  
 Lo cual implicaría  $s = 2$

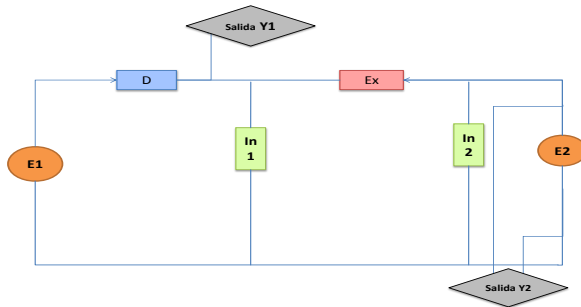


Figura3. Esquema de flujo de los componentes del Capital Intelectual a través de las funciones sustantivas de una institución de educación superior.

- Variables de estado:  $x_1(t)$ : Diferencia de potencial del Capital Intelectual, la variación de la energía por unidad de carga en  $In 1$ , flujo de capital estructural en  $In 1$ .
- $x_2(t)$ : Flujo de corriente de capital Intelectual por Ex (o flujo de carga).
- $x_3(t)$ : Diferencia de potencial del Capital Intelectual, la variación de la energía por unidad de carga en  $In 2$ , flujo de capital relacional en  $In 2$ .

La formulación en espacio de estado estaría dada por las ecuaciones 4 y 5:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + B\mu(t), \text{ con } x(t_0) = x(t = t_0)$$

Ecuación de estado del sistema.

$$y(t) = Cx(t) + D\mu(t), \text{ con } t \geq t_0$$

Ecuación de salida del sistema.

Para resolver la ecuación diferencial matricial de primer orden en  $x(t)$  tenemos que la solución está compuesta por una solución natural u homogénea y de una solución forzada o particular, es decir:

$$x(t) = x_h(t) + x_p(t)$$

$$x(t) = (k_1 + k_2)e^{At} + Be^{At} \int e^{-At} \mu(t) dt$$

(Ecuación 6).

Solución general de la Ecuación Diferencial planteada como ecuación 4.

Reemplazando la ecuación 6 en la ecuación 5 se tiene:

$$y(t) = C \left[ (k_1 + k_2)e^{At} + Be^{At} \int e^{-At} \mu(t) dt \right] + D\mu(t) \quad t \geq t_0$$

Estas son las salidas particulares que requieren ser modeladas de acuerdo a las directrices de la empresa y a partir de estas modelaciones o estímulos al sistema poder ver antes de aplicarlas las posibles respuestas en la unidad de análisis.

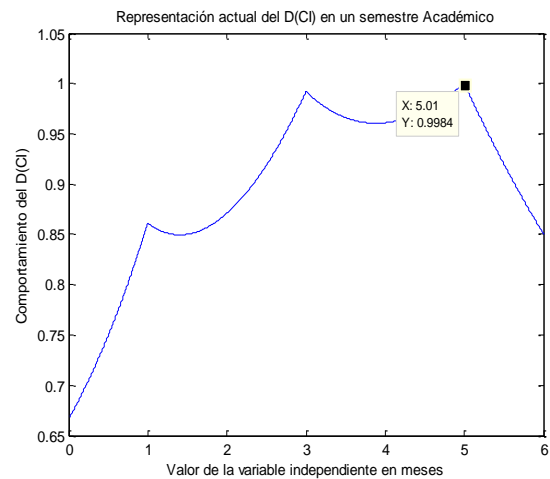


Figura4. Modelación del estado de desarrollo del CI en un momento determinado para un proyecto, área o participante del proyecto.

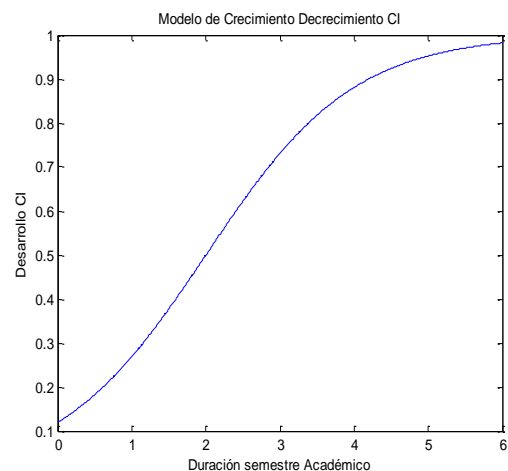




Figura 5. Modelo de crecimiento o decrecimiento del CI en un área, proyecto o integrante del mismo.

## VI. CONCLUSIONES:

Los modelos de valoración del capital intelectual son herramientas para identificar, clasificar y valorar activos intangibles. Cualquiera de los modelos persigue objetivos en la medición de resultados con indicadores financieros y no financieros, cuantitativos y cualitativos. Cada modelo se construye a partir de Indicadores de medida y en cada uno de ellos se encuentran limitaciones y posibilidades dependiendo de las características de la respectiva organización.

Del análisis de los modelos de valoración de capital intelectual no se concluye que hay uno mejor que todos, sino que hay aspectos complementarios entre ellos. Para hacer una muy buena valoración sería conveniente hacer híbridos de varios. Algunos presentan ventajas, con fuertes indicadores agrupados, o un software que los respalde en el seguimiento a través del tiempo, e incluso algunos han soportado su fortaleza en que empresas de carácter internacional los vienen implementando con relativo éxito.

El motor de la innovación está representado en la información que reúne y entrega al negocio; en el valor agregado a la información; en la información que se crea dentro del sistema. Tal motor se nutre con los recursos económicos invertidos por la empresa y con el talento humano, el equipo y las instalaciones que la corporación aporta. Cuando se reconoce una oportunidad de innovación tecnológica igualmente se ponen en marcha procesos administrativos o sistemas empresariales encaminados a la generación de la idea. Pero cuando se trata de innovación no tecnológica lo que se constituye en su determinante es el ambiente de trabajo innovador, el cual se ubica en el proceso organizacional, pues la innovación no es el resultado de personas aisladas sino el producto de la interacción de las personas y organizaciones de apoyo interactuando en forma muy compleja.

En los circuitos de capital Intelectual el camino cerrado lo forman materiales y dispositivos

capaces de permitir el paso del flujo en pequeñas o grandes cantidades. En los circuitos de “Capital Intelectual”, CI, el camino cerrado lo forman materiales y dispositivos capaces de permitir el paso de grandes o pequeñas cantidades de “flujo”, en este caso flujo de capital.

La formulación en espacio de estado estaría dada por las ecuaciones:

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + B\mu(t), \text{ con } x(t_0) = x(t = t_0)$$

Ecuación de estado del sistema.

$$y(t) = Cx(t) + D\mu(t), \text{ con } t \geq t_0$$

Ecuación de salida del sistema.

Y su solución está dada por:

$$x(t) = (k_1 + k_2)e^{At} + Be^{At} \int e^{-At} \mu(t) dt$$

$$y(t) = C \left[ (k_1 + k_2)e^{At} + Be^{At} \int e^{-At} \mu(t) dt \right] + D\mu(t) \quad t \geq t_0$$

## VII. REFERENCIAS:

- Housel, Thomas. Bell, Arthur H. Measuring and Managing Knowledge. Ed McGrawHill. Boston. 2001
- Edvinsson, Leif y Malone, Michael. El capital intelectual. Bogotá: Editorial norma, 2004. 311p.
- McClave, James T.; Dietrich, Frank H.; Sincich, Terry (1997) “Statistics” seventh Edition, Prentice Hall.
- O’Nelly, P. (1996) Matemáticas avanzadas para ingeniería. (3ra ed). Vol 1. México, Cecs. [4]
- Gujarati, D. (2004) Basic econometrics. (4ta ed). USA, Mc Graw-Hill. [5]
- Smith R. Mesa O. Dyner I. Jaramillo P. Poveda G. Valencia D. Decisiones con múltiples objetivos e incertidumbre. Posgrado en Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos. Facultad de Minas. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín. 2ed. 2000.
- Eppen G. Gould F. Schmidt C. Moore J. Weatherford L. Investigación de operaciones en la ciencia administrativa.



5a Ed. Editorial Prentice Hall- México.  
2000

- Lind, Marchal, Wathen. Estadística Aplicada a los negocios y la economía. 13 edición. McGraw Hill Interamericana. México. 2008.
- Hiller F. Lieberman G. Investigación de operaciones. 7 ed. Editorial McGraw-Hill. México. 2002.
- Biernan. Bonini. Hausman. Análisis cuantitativos para la toma de decisiones. 8tva edición. Editorial IRWIN. España. 1996.
- Diez, Emiro; Lopera Jairo. Circuitos eléctricos. Medellín. Colombia. Universidad Pontificia Bolivariana, 2001.
- Edwards y Penney. Ecuaciones Diferenciales y problemas con valores en la frontera. Pearson. Prentice Hall. 2008.p 285.