



Las opiniones y los contenidos de los trabajos publicados son responsabilidad de los autores, por tanto, no necesariamente coinciden con los de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad.



Esta obra por la Red Internacional de Investigadores en Competitividad se encuentra bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 3.0 Unported. Basada en una obra en riico.net.

Capital humano y metodologías de buenas prácticas globales en los albores de la industria 4.0: caso Cluster TI Colima

Oscar Mares Bañuelos¹

*Nancy Tass Salinas**

*Arquímedes Arcega Ponce**

Resumen

El objetivo de la presente investigación es el análisis de la competitividad en empresas de TI bajo métricas estandarizadas (OCDE, IMCO, AIMSÍ) entre otras, utilizando una estrategia mixta de análisis de datos, que evalúan el capital humano y su relación con metodologías innovadoras en el estado de Colima, México. El estudio centra su análisis en definir qué factores aportan valor agregado a las empresas de tecnologías de información (TI), a la competitividad y a la economía del estado de Colima, México, que en visión temporal considera los años 2015 a 2017. Los resultados versan sobre la estrategia transversal de las TI en las vocaciones económicas del estado bajo un enfoque clusterizado.

Palabras clave: Capital humano, métricas, metodologías globales, proyectos, clusterización.

Abstract

The purpose of this research is the analysis of competitiveness in IT companies under standardized metrics (OECD, IMCO and AIMSÍ) and others, through a mixed strategy of data analysis, which evaluate human capital and its relationship with innovative methodologies in the state of Colima, Mexico. The study focuses its analysis on defining what factors add value to information technology (IT) companies, to competitiveness and to the economy of the state of Colima, Mexico, which temporarily considers the years 2015 to 2017. The analysis of results deals with the transversal strategy of IT in the economic vocations of the state under a clustered approach.

Keywords: Human capital, metrics, global methodologies, projects, clustering.

¹ Universidad de Colima, Facultad de Contabilidad y Administración de Tecmán

Introducción

El interés académico de la presente investigación es definir qué factores aportan valor agregado a las empresas de tecnologías de información (TI), a la competitividad y a la economía del estado de Colima, México, que en visión temporal considera los años 2015 a 2017, utilizando como referente algunos de los índices de competitividad del Instituto Mexicano para la Competitividad A.C. (IMCO), el cual realiza monitoreos y observaciones de factores socioeconómicos en el país y es un organismo reconocido como autoridad en el tema a nivel nacional, razón por la cual forma parte de los insumos informativos de esta investigación.

De igual manera la Asociación Internacional de Mentefactura Software e Internet (AIMSI), es considerada un referente nacional con relación al tema de las TI en el país, así como el Clúster de TI Colima A.C., uno de los 19 clúster reconocido por el Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de Información A.C., el cual gestiona proyectos de TI financiados con recursos del PROSOFT, Programa para el Desarrollo de la Industria del Software y la Innovación, de la Secretaría de Economía de México (SE).

La presente investigación plantea el análisis de indicadores de competitividad de las empresas del sector TI como resultado del proceso de elaboración de instrumentos bajo enfoques cualitativos y cuantitativos, cuyo estudio central se refiere a la inversión en capital humano relacionado con la implementación de metodologías innovadoras, tales como PMBOK (Project Management Body of Knowledge), ITIL (Information Technology Infrastructure Library), MoProSoft (Modelo de Procesos de Software), TSP (Team Software Process), SCRUM (Metodología Ágil para la Gestión de Proyectos), COBIT (Control Objectives for Information and related Technology), CMMI (Capability Maturity Model Integration), y otras, que forman parte de las buenas prácticas de la industria de TI a nivel global.

El enfoque del estudio aborda la teoría económica de desarrollo de la triple hélice de clusterizada Etzkowitz, L Leydesdorff (1990), Schumpeter J. (1934), M.E. Porter (1995), considerando que la academia tiene como propósito gestionar programas educativos para formar profesionistas con perfiles del mercado global. Así mismo, un sector productivo que busca optimizar sus procesos con la aplicación de la tecnología, la ciencia y la innovación, mientras que el gobierno, a través de sus programas federales, estatales y municipales, pretende conjuntar los esfuerzos para detonar la economía en los tres niveles de gobierno, atendiendo a las zonas con vocación económica estratégica, las cuales se determinan en los programas sectoriales del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT).

El estado de Colima es líder en el ámbito nacional e internacional en cuatro sistemas producto del agro mexicano, como son: Papayo, limón, coco y plátano de acuerdo a Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, (SIAP, 2017), elemento socioeconómico considerado en el presente estudio.

Objeto de estudio

En el presente apartado, se han desagregado los elementos que componen al objeto de estudio en unidades diferenciadas que constituyen al constructo, así como su interrelación existente. Para lo cual se han focalizado los ítems de interés que la investigación ha descrito en su discurso inicial, de acuerdo a la siguiente definición:

Figura 1. Identificación y desagregado

1. Talento	
a. Gestión de capital humano	= { subíndices(i), [1-11]] }
2. Innovación	
a. Modelos de negocio de las empresas de TI	= { subíndices(j), [1-5]] }
b. Metodologías empleadas en las empresas de TI	= { subíndices(k), [1-3]] }

Fuente: Elaboración propia

Considerando la ecuación derivada de las variables a observar: variables dependientes y de cómo estas se comportan tras conocer los valores de los subíndices o variables independientes:

Figura 2. Estrategia de análisis mixto

3. Competitividad en TI = { Talento, Innovación }
4. Subíndices = (unidades de medición u observación)

Fuente: Elaboración propia

Y aplicando un proceso de elaboración de instrumentos bajo enfoques mixtos de análisis de información, cuya complementación tiene como objetivo enriquecer el estudio:

Figura 3. Integración de elementos teóricos

1. Cualitativos
a. Entrevistas líderes de las TI
b. Premisas documentales de TI
c. Auditoria a empresas de TI
2. Cuantitativos
a. Instrumento aplicado al Cluster TI Colima A.C.

1. PMBOK Project Management Body of Knowledge
2. ITIL Information Technology Infrastructure Library
3. MoProSoft Modelo de Procesos de Software
4. TSP Team Software Process
5. SCRUM Metodología Agil para la Gestión de Proyectos
6. COBIT Control Objectives for Information and related Technology
7. CMMI Capability Maturity Model Integration

Fuente: Elaboración propia

Estas metodologías integran las buenas prácticas de la industria de TI a nivel global, en gestión de proyectos y gobernanza de las TI, razón por la cual son elementos de estudio en el marco teórico. Es en este contexto que

la presente investigación evalúa el impacto de esta estrategia transversal de uso de las TI en las vocaciones económicas del estado de Colima, México, reconocidas por SE y SEFOME del Gobierno del Estado:

Figura 4. Relación de factores y contexto

<p>1. Proyectos PROSOFT = {</p> <p style="padding-left: 40px;">Gobierno [SE, Conacyt, Consejo Consultivo],</p> <p style="padding-left: 40px;">Empresas de TI [Afiliados, Asociados],</p> <p style="padding-left: 40px;">Academia [PE de base tecnológica IES]</p> <p style="padding-left: 40px;">}</p>	<p>1. Agroalimentaria</p> <p>2. Logística</p> <p>3. Turismo + Estrategia transversal de TI</p> <p>4. Comercio</p> <p>5. Servicios</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia

Es así como el estudio considera la perspectiva de la teoría económica de desarrollo clusterizado, su relación con el talento humano, las metodologías innovadoras y los proyectos productivos bajo fondos sectoriales del Conacyt-PROSOFT.

Modelo sintético del objeto de estudio

Como procedimiento complementario del análisis o desagregación de componentes, se procede ahora a sintetizar los elementos centrales del constructo que la investigación ha descrito en sus procedimientos de análisis, como se plantea en la siguiente matriz de factores:

Figura 5. Definición sintética del constructo

<p>Competitividad en TI = {</p> <p style="padding-left: 40px;">Gestión de capital humano,</p> <p style="padding-left: 40px;">Modelos de negocio de las empresas de TI,</p> <p style="padding-left: 40px;">Metodologías empleadas en las empresas de TI</p> <p style="padding-left: 40px;">}</p>

Fuente: Elaboración propia

Los tres términos de la matriz se corresponden con diecinueve subíndices, los cuales describen cada uno de los aspectos a medir en el objeto de estudio, y sus ponderaciones.

Competitividad: Capacidad de las ciudades, estados o países de atraer y retener talento e inversiones (IMCO, 2017).

Talento: En el ICE 2016 el talento se mide como el porcentaje de personas de 25 años o más con educación superior, (OCDE-IES, 2009).

Innovación: Capacidad de los estados para competir con éxito en la economía, particularmente en sectores de alto valor agregado, intensivos en conocimiento y tecnología de punta (IMCO, 2017).

Objetivos

Generales

Analizar mediante enfoques cualitativos y cuantitativos, la competitividad en empresas afiliadas al Cluster TI Colima A.C., considerando las métricas de IMCO y AIMS, la inversión de la industria en capital humano y la aplicación de metodologías innovadoras como ITIL, PMBOK, SCRUM, CMMI, COBIT, MoProSoft, TSP en el estado de Colima, México, durante el periodo de 2015 a 2017.

Específicos

1. Conocer el modelo de negocio de las empresas de TI en el estado de Colima, México, para evaluar la madurez de sus procesos, productos y servicios.
2. Analizar los factores determinantes en el desarrollo de capital humano, sustentado en metodologías innovadoras y su impacto en las vocaciones económicas de la entidad.
3. Evaluar indicadores de competitividad del estado de Colima que el IMCO y la AIMS emiten en sus informes anuales, para conocer su desempeño histórico.

Justificación

De acuerdo con información de indicadores globales (IMCO, 2017), las empresas de TI tienen una alta rentabilidad en sus productos y servicios (AMITI, 2017), y son ahora un detonante considerable en las economías de todos los ámbitos, de ahí que los gobiernos, la iniciativa privada y la academia han apostado por impulsar estas entidades económicas, también llamadas industrias sin chimeneas (Clúster TI Colima A.C., 2017).

Una de las áreas de interés que se plantea en la investigación, es con relación a los referentes que consideran a la infraestructura y la tecnología (ITIL, 2017) como factores determinantes de la competitividad, en armonía con la ecuación que integra a otro de los factores del desarrollo, como son el capital humano y las metodologías innovadoras que emplean en sus procesos productivos, considerando la estrategia del uso transversal de las TI en la economía. Se analiza también cómo estos recursos humanos son formados a través de los núcleos de competencia y perfiles profesionales al interior de la academia para poder evaluar si estas necesidades son suficientes para la demanda del mercado laboral, social y productivo (OCDE-Pisa, 2018).

Es así como estado, iniciativa privada y academia son el factor del ámbito central de la investigación, por lo que se indaga como el capital humano en gestión de proyectos de TI, incide en la producción de productos y servicios, considerando que estos recursos humanos se encuentran aglutinados en la industria de empresas de corte tecnológico, cuya población del estudio, se encuentra afiliada en el padrón de la AIMS Colima, A.C. (Clúster TI Colima A.C.). Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio aplica un proceso de instrumentos

para evaluar indicadores de competitividad de las empresas que generan productos o servicios de TI y que además han invertido en capital humano calificado en la aplicación de tecnologías innovadoras.

En este sentido, se tiene como propósito establecer un conjunto de parámetros técnicos, mediante el análisis de metodologías basadas en estándares para la gestión de proyectos de TI generalmente aceptados por las buenas prácticas internacionales, y observar como la adopción de estas, potencia la competitividad en las organizaciones. Los insumos de análisis tienen entre otras fuentes, la participación de actores importantes para la agenda digital en el país, Secretaría de Economía del Gobierno del Estado, Dirección General del Clúster de TI Colima A.C., Dirección General del Consejo Nacional de Clústeres de Software y Tecnologías de Información de México, Dirección General de AIMSI y Directivos de programas educativos relacionados con los perfiles de TI en el estado de Colima, México.

Metodologías, técnicas y herramientas

El análisis de estas entidades se centra en las afiliadas al Clúster de TI Colima A.C., el cual es uno de los diecinueve clústeres reconocidos por la Secretaría de Economía del Gobierno Federal en México, el cual tiene el reconocimiento bronce del ESCA, por la Unión Europea. El clúster cuenta con una normativa y una gobernanza de TI que rige a diez asociados y diez afiliados. Estas empresas se encuentran vigentes en sus servicios ante el SAT y cubren las legalidades que rigen la economía formal en nuestro país.

El marco metodológico de trabajo está conformado por fases de tres entradas, basadas en una adaptación del ciclo de E. Deming (PDCA) y del PMBOK (TCA) del PMI, con el propósito de analizar de manera inductiva:

1. El modelo de negocio de las empresas de TI en el estado de Colima, México, de su relación con la triple hélice en sus proyectos sectoriales.
2. Factores que determinan la competitividad en TI, mediante el desarrollo de capital humano sustentado en metodologías innovadoras, tales como ITIL de gobernanza de TI, PMBOK, ITIL, SCRUM, CMMI, COBIT, TSP y MoProSoft, de la norma mexicana de calidad en los procesos de desarrollo de software.
3. Factores determinantes en la interacción gobierno, academia e industria, cuyo impulso a las vocaciones económicas se despliega mediante la clusterización y las métricas de competitividad nacionales e internacionales.

Características del estudio

{Documental, Descriptiva, No experimental, Temporal, Inductiva}

Fuentes de información

{Bibliografía científica y académica, Bases de datos, Padrón de la industria de TI, Encuestas, Entrevistas a expertos, Premisas documentales de la industria de las TI}

Tabla 1. Variables dependientes

SECCIÓN A	SECCIÓN B	SECCIÓN C	SECCIÓN D
IDENTIFICACIÓN DE LA ENTIDAD ECONÓMICA BASADA EN TI	GESTIÓN DE CAPITAL HUMANO EN TI	MODELOS DE NEGOCIO DE LAS EMPRESAS DE TI	METODOLOGÍAS EMPLEADAS EN EMPRESAS DE TI

Fuente: Elaboración propia

Ítems son de tipo Likert, Likert Dicotómico, acotado y de opción múltiple

Figura 6. Factores considerados



Fuente: Elaboración propia

Universo de estudio, selección y tamaño de muestra

Debido a las características del estado de Colima, como una de las entidades más pequeñas en territorio y municipios del país, y en consideración con el número de entidades económicas relacionadas con la industria de las TI, se propone que la investigación contemple como universo de estudio los siguientes elementos:

Principios de inclusión

1. Información proveniente de la aplicación de un instrumento a la totalidad del padrón de empresas registradas en Clúster TI Colima A.C.,
2. Información proveniente de:
 - a. Entrevistas a líderes del ámbito nacional de las TI
 - b. Premisas de factibilidad en TI
 - c. Auditoria externa de empresas afiliadas al Cluster TI, Colima

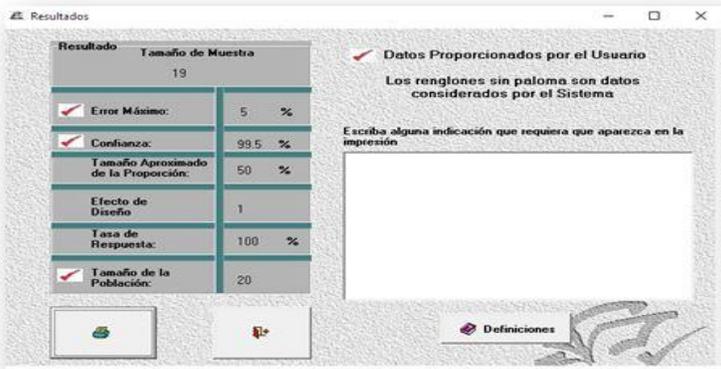
Principios de exclusión

1. Entidades que no pertenecen a ninguna filiación u organismo que los represente o aglutine de manera organizada.
2. Organismos que no adoptan la estrategia de la clusterización, característica principal que crea sinergia en la triple hélice.
3. Empresas que no tienen acceso a proyectos sectoriales tipo PROSOFT y no inciden en las vocaciones económicas.
4. Así como el no contar con las facilidades logísticas para su acceso a la información.

Analítica utilizada

Debido a la característica del estudio, se ha tomado en consideración el empleo de la elaboración de instrumentos basados en segmentos o apartados en los cuales se hace corresponder a las variables dependientes, las cuales son alimentadas con información correspondiente a datos de 19 subíndices. Lo anterior es validado para escalas de Likert acotado [1-5] y dicotómico, mediante el Coeficiente alfa de Cronbach, fiabilidad para un Likert de 5 puntos.

Figura 7. Calculo de tamaño de muestra



Fuente: Consulta Mitofsky

Figura 7^a. Alfa de Cronbach y tamaño de muestra

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_T^2} \right]$$

K : El número de Items
 ΣS²: Sumatoria de Varianzas de los Items
 S²_T: Varianza de la suma de los Items
 α : Coeficiente de Alfa de Cronbach

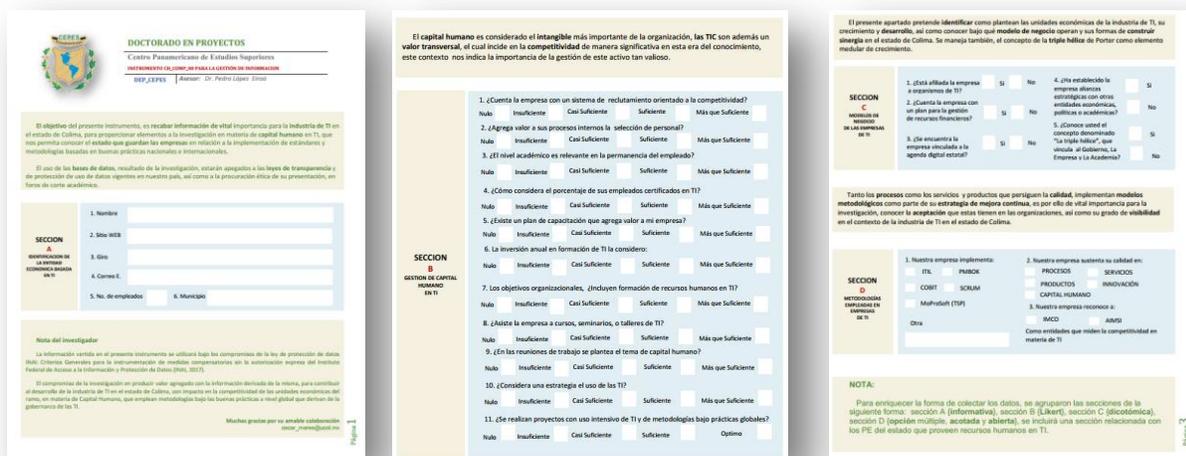
$$n = \frac{N \sigma^2 Z^2}{(N-1)e^2 + \sigma^2 Z^2}$$

Fuente: Murray y Larry (2005).

Procedimiento para la recolección de información: instrumentos y métodos

La estrategia de la colección de datos se llevó a cabo de manera personal con los gerentes de sistemas de cada una de las empresas pertenecientes al Cluster TI Colima A.C. con la finalidad de darle mayor certeza a la información del estudio y evitar posibles sesgos.

Figura 8. Diseño de instrumentos para la recolección de datos empíricos



Fuente: Elaboración propia

Referentes de metodología cualitativa

Arias (2000), Cisterna (2005), Okuda, & Gómez-Restrepo (2005), Arias & Giraldo (2011) citan a Patton, Hoepfl, Lincon y Guba. Quecedo & Castaño (2002), Báez & Pérez de Tudela (2017), citan a Anselm Strauss, Zelling Sabbetai Harris.,Rojas (2014), refiere a Ludwin Von Bertalanffy. Taylor & Bogdan (2000)

Figura 9. Método de triangulación de datos



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2. Técnicas e instrumentos de investigación

Técnicas	Instrumentos
Motores de búsqueda	Ordenador personal
Juicio de expertos	Navegador web
Reuniones colegiadas de expertos	Sitios indexados
Foros, Congresos	Software estadístico
Entrevistas	Matriz de competencias TRIZ
Estadística descriptiva	Instrumento de encuesta bajo Likert
Auditoría del padrón de empresas afiliadas al Clúster TI, Colima A.C.	Instrumento para auditoría del padrón
Análisis cualitativo de datos	Software de diseño y ofimática

Fuente: Elaboración propia

Las técnicas y herramientas aplicadas en la presente investigación han sido eclécticas, pues se corresponden con diferentes formas de integrar la información que valida el constructo: entrevistas, encuestas, y revisión documental de frontera, cuyo tratamiento de información se realizó por métodos cualitativos y cuantitativos. Las fuentes incluyen:

1. Padrón de la industria de TI
2. Entrevistas a expertos
3. Premisas documentales de la industria de las TI

En síntesis, la investigación a través de las técnicas referidas, recoge los datos de acuerdo a los subíndices medidos, agrupa las variables de tipos cuantitativos y cualitativos, dependientes e independientes para su tratamiento con métodos de, graficación y análisis estadístico descriptivo. El producto directo de esta fase ha sido el tamaño de muestra, el formato del instrumento, la prueba de fiabilidad.

Referentes teóricos

El presente apartado se integra considerando en primer lugar el objetivo de la investigación el cual comprende analizar el estado del arte en materia de formación de capital humano en orientado a metodologías innovadoras tales como ITIL.PMBOK, SCRUM, CMMI, COBIT, MoProSoft, TSP las cuales se fundamentan en las

mejores prácticas de la industria de las TI, y como estos factores aportan valor agregado, incidiendo en la mejora de sus índices de competitividad, así como en la productividad del entorno local y nacional.

Para lo cual se requiere fundamentar elementos relacionados con:

1. Los modelo de negocio de las empresas de TI en el estado de Colima, México, para determinar la madurez de sus procesos, productos y servicios.
2. Los factores determinantes en el desarrollo de capital humano, sustentado en metodologías innovadoras y su impacto en las vocaciones económicas de la entidad.
3. Los indicadores de competitividad del estado de Colima que el IMCO y la AIMSI emiten en sus informes anuales, para conocer su desempeño histórico.

Conformando una base del conocimiento sobre conceptos relacionados con competitividad en las TI, calidad, gestión del conocimiento, capital humano, metodologías innovadoras, la academia, la agenda digital de estado de Colima, y métricas de entidades en materia de TI. Es de esta forma en que se ha integrado el marco conceptual, alineado con el objeto de estudio, los objetivos de la investigación, las preguntas guía y la propia hipótesis planteada, revisando al interior del capítulo II el estado del arte relacionado con el objeto de estudio.

Capital humano

En el presente apartado se ponen en la mesa de los análisis, el potencial humano en el ámbito de la productividad, que tal pareciera son el corazón de los cambios en el modelo organizacional. De acuerdo con el Human Development Index (HDI), nuestro país se sitúa en por encima de la media global, en relación con otras entidades, como Euro Asia, EU y América Latina y el Caribe, según datos del Banco Mundial. Sin embargo, quienes vivimos la realidad de las cosas, sabemos que hay aún, muchas áreas de oportunidad en este rubro. Se considera de vital importancia el desarrollo de recurso humano con competencias en TI, en gestión de proyectos y en gestión del conocimiento, que sean capaces de hacer funcional la triple y cuádruple hélice, para lograr el desarrollo de las sociedades, de manera sustentable.

Desde la academia como lo mencionan los documentos de Tuning Latinoamérica en sus informes 2011-2013, al seleccionar los núcleos de competencia que deben desarrollar estos profesionales de las TIC. Así como también, la necesidad en los programas educativos de implementar las estrategias educativas necesarias que integren este esfuerzo común. Es por eso, que desde la industria se coloca con sus misiones y visiones un enfoque de progreso común, entre todos los componentes de la organización, en especial el factor humano.

También el estado, para que se dé a la tarea de crear el ambiente necesario, las condiciones básicas de crecimiento, desarrollo científico y tecnológico que haga posible la ecuación de I+D, en toda su periferia social. Es este el escenario que visualizamos para nuestro estado Colima, en el cual se pueda hacer realidad la cuádruple hélice de integración y sinergia para el progreso común. En relación con las TIC, la organización y gobernanza del Clúster de TI Colima, AIMSI y AMITI, le permitirán conformar las organizaciones maduras,

las cuales cumplan con los estándares y requerimientos de las normas internacionales y de las buenas prácticas que tiene la industria de las TIC a nivel global, en esto, podemos decir que el factor humano, del desarrollo del mismo, es determinante. Okuda

En consideración de Restrepo (2005), plantea que el enfoque de las capacidades humanas fue desarrollado recientemente por el premio Nobel de economía, Amartya Sen, en cuya propuesta se apoya esta reflexión. Las aplicaciones de la proposición de las capacidades a la problemática empresarial se han hecho a través de la teoría del capital humano, pero en términos generales, es una reflexión que, a pesar de su evolución, conceptualmente apenas principia a consolidarse. En conclusión, se está en presencia de un campo inmenso de investigación y aprovechamiento tanto económico como social.

Para Colom (2009), el capital humano es una cuestión de educación y señala, “A los científicos nos inquieta la idea de implicarnos en las políticas sociales, mientras que a los políticos les tiembla el pulso debido a las presiones ejercidas, esencialmente, por los medios de comunicación y por determinados colectivos sociales”. Por lo tanto, para este autor, el modelo de investigación tiene mucha influencia sobre los colegiados internacionales, al crear competitividad. En este mismo concepto, la economía del conocimiento tiene una relación muy estrecha con el capital humano, y en voz de Madrigal (2009), casi son un mismo fenómeno. Las economías emergentes y las consolidadas se aciertan en una transición de la economía industrial hacia la economía del conocimiento, en la cual existe una interrelación entre la educación, el conocimiento, ciencia y tecnología, lo cual provoca que el motor del desarrollo de un país sean las ideas y la aplicación de la tecnología sobre las habilidades, aprendizaje y capital humano.

Figura 10. Matriz para gestión de capital humano

Laboratorio de Pístrano In Vitro, Laboratorio de IoT													
PROYECTO: ProSfr 2017, Fase A.1		Cluster TI Colima A.C. Octubre de 2017				AMSI A.C.							
DIAGNOSTICO GRADO DE CONOCIMIENTO DE METODOLOGIAS PARA PROYECTOS DE LA INDUSTRIA DE TI BASADOS EN LAS MEJORES PRACTICAS INTERNACIONALES.		CODIGOS DE COLOR Y NIVELES DEL CONOCIMIENTO DE LAS METODOLOGIAS.				Valor 1 punto	Valor 5 puntos	Valor 10 puntos	Valor 10 puntos	Valor 10 puntos			
GRADOS POR ESPECIALIDAD DE INGENIERIA		ANALISIS	DESARROLLO	IMPLEMENTAC.	DOCUMENT.	PUNTOS DE LA META		PUNTOS LOGRADOS		% ALCANZADO			
INGENIEROS		C	S	R	T	M	I	P	F	M	R	H	T
		R	L	I	Z	M	L	M	L	H	X	M	H
		P	V	M	S	R	P	M	L	L	O	B	E
1	M	IoT											
2	I	CULTIVO IN VITRO									120	120	100
3	T	ITL									120	90	75
4	D	PMBOK DEL PMI									120	51	42.5
5	D	TEAM SOFTWARE PROCESS									120	90	75
6	I	SCRUM									120	100	83.3
7	D	COBIT									120	75	62.5
8	I	LENGUAJES CLIENTE									120	83	69.2
9	A	LENGUAJES SERVIDOR									120	83	69.2
10	T	MODELOS EN BASES DE DATOS									120	83	69.2
PUNTOS META POR INGENIERO		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
PUNTOS REALES POR INGENIERO		85	85	80	80	80	51	51	51	54	54	54	54
% DE CONOCIMIENTO POR INGENIERO		85	85	80	80	80	51	51	51	54	54	54	54
% DE CONOCIMIENTO POR GRUPO DE TRABAJO		85		80		51		51		54		54	
										NIVEL APPS		67.5	

Fuente: Elaboración propia, DEP_CEPES, 2017

La piedra angular es el capital humano, es decir, el conocimiento, habilidades y capacidades que posee, desarrolla y acumula cada persona, y se extiende la inversión en capital humano es la principal explicación de

esa diferencia (competitiva). También afirma, que uno de los segmentos de capital humano más valiosos o que más valor agregan a la organización, es el de capital humano en ciencia y tecnología.

Así mismo, López-Ruiz (2007), resalta la idea de un capital humano como valor social, y cómo no verlo desde este punto de vista, ya estudiado por varias corrientes psicológicas y sociológicas, que al margen de todo afirma la transformación de la sociedad, por entidades, individuos y colectivos, cuya masa crítica transforma a la sociedad en su conjunto. La figura al margen, se trata de una matriz dos entradas, segmentada en cuatro apartados: metodologías, equipos de trabajo, fases del proyecto y ponderaciones.

Metodologías innovadoras y estándares de TI

En el presente apartado se describe cómo cada una de estas formas metodológicas basadas en las buenas prácticas globales de la industria de las TI, inciden en las más diversas labores de la actividad social y productiva de toda organización, denominadas también como bases del conocimiento para la gobernanza y gestión de las TI.

Las primeras dos metodologías, son de origen anglosajón y se utilizan en la industria tanto de TI, como de otros giros, sin embargo, la segunda listada (ITIL), se especializa o hace énfasis en la calidad de los servicios de TI. La tercera listada, es de origen mexicano y se enfoca en la mejora continua de los procesos de elaboración de software. Inicialmente se propuso contribuir a estandarizar en nuestro país esta actividad. La cuarta se refiere a las mencionadas metodologías ágiles, cuyo propósito en general, es potenciar los recursos de la organización en el desarrollo de software bajo tiempos récord. Finalmente la última de la lista, se encarga de la evaluación o auditoría de los procesos y productos generados por las TI, razón por la cual se considera su análisis. De esta manera analizar los fundamentos globales y particulares de estas metodologías probadas y aprobadas a nivel internacional por la industria y los sectores sociales, gubernamentales y productivos, tanto de oriente como de occidente.

PMBOK

El Project Management Body of Knowledge del PMI (Project Management Institute) se ha empleado en actividades tan diversas, como el turismo, pueden ser potenciadas por este tipo de metodologías formales, tal es el caso del turismo colombiano que según Diez-Silva & Romero-Infante (2013), tienen un porcentaje significativo del PIB, de ese país sudamericano. El ecoturismo presenta una opción de gran importancia para países como Colombia, en los cuales gran parte de su territorio tienen un alto valor ecológico y cultural. También, su operación puede aportar de manera considerable al incremento del Producto Interno Bruto (PIB), satisfaciendo necesidades de la población a escala humana y si se presta el servicio cumpliendo estándares internacionales, puede ser uno de los motores de la oferta del país a escala mundial (Diez-Silva & Romero-Infante, 2013).

Es pues, en voces del anterior caso, que se potencia, decíamos, las actividades de toda naturaleza, al emplear sobre de estas, las metodologías estandarizadas como el PMBOK del PMI, el cual define o propone la gestión de los siguientes procesos, los cuales determinan el corazón de este marco metodológico tan promovido a nivel global, al igual que otros estándares en el mundo. Según (Villamizar, Rojas, Orjuela, 2011) estos 42 procesos agrupan en su totalidad las actividades de gestión necesarias en cualquier proyecto. De igual manera son necesarias herramientas técnicas y procedimientos para llevar a buen término cada uno de dichos proceso, dictado en su artículo “Modelo de integración de las actividades de gestión de la guía del PMBOK con las actividades de ingeniería, en proyectos de desarrollo de software”.

En su revisión crítica del PMBOK, Solarte, L y Sánchez, L F. (2010), consideran que el más antiguo y reconocido estándar mundial de buenas prácticas de gestión de proyectos, y actual norma americana ANSI/PMI, es la Guía PMBOK® del PMI (2004), establecido bajo la premisa de que existe una serie de buenas prácticas de gestión, comunes a proyectos de diferentes áreas de aplicación (PMI, 2004, p. 309), aunque con una orientación principalmente positivista (Smyth y Morris, 2007), el PMBOK® se presenta a sí mismo como una respuesta a las necesidades de gestión que caracteriza a los proyectos. Asimismo, muestran como la guía del PMBOK® se presenta en tres secciones (PMI, 2004): La primera comprende el marco conceptual de la GP, en el que se definen términos clave (proyecto, subproyecto, portafolio, habilidades, conocimientos, etc.), a la vez que proporciona una estructura básica para entender la dirección de proyectos. Además, presenta el concepto del ciclo de vida del proyecto y sus características, los StakeHolders interesados en el proyecto y las influencias de la(s) organización(es) ejecutora(s) en la gestión.

ITIL

La gestión de la calidad, la garantía y los valores agregados que conlleva los servicios tanto de TI como de cualquier otra índole, se han convertido en asunto capital para las organizaciones de ambos hemisferios del planeta. Para (Calvo, J A, Sánchez, A, Arcilla, M, Cerrada, C, San Feliu, T., Gómez, G y Ruiz, E. (2007) la gestión de servicios de TI (Tecnologías de la Información) se está convirtiendo en un factor decisivo para el éxito de la mayoría de los negocios. Ya en los años 80 se comenzó en el Reino unido el desarrollo de un estándar llamado ITIL para dicha gestión. ITIL tiene dos áreas principales de Gestión de Servicios: el Soporte del Servicio, Service Support (SS) y la Provisión del Servicio, Service Delivery (SD). Desde el punto de vista, a partir del trabajo señalado, se presenta una propuesta organizativa que permita identificar la secuencia de implantación de los procesos de las áreas de SS y SD. Para ello, se utilizan técnicas de teorías de grafos con objeto de representar las relaciones entre los procesos de ITIL, de forma que se encuentren procesos o agrupaciones de procesos fuertemente relacionados. Estas agrupaciones ayudarán a determinar la prioridad de implantación de los procesos de servicios.

ITIL es uno de los esquemas más utilizados y ampliamente extendidos en lo referente a “mejores prácticas” a la hora de cumplir con requerimientos de gobernabilidad de las TI y con estándares regulatorios, como la ley Sarbanes-Oxley de 2002. A pesar de que las entidades sometidas al cumplimiento de dicha ley, son aquellas empresas públicas registradas en la Securities and Exchange Comisión (SEC) en los Estados Unidos. Por su parte, la ley Sarbanes-Oxley ha generado mucha expectación a nivel mundial, provocando que multitud de organizaciones del sector de las TI hayan desarrollado normas y controles, basados en ITIL, para cumplir con los criterios de auditoría, control y seguridad de esta ley. Del mismo modo el grado de preocupación actual ha provocado que ITIL haya resurgido como la aproximación más ampliamente aceptada a nivel internacional y haya sido adoptado por grandes empresas, como IBM, Microsoft, SUN y HP entre otras; como base para sus soluciones de la gestión de servicios.

TSP y MoProSoft

En lo que respecta al marco de trabajo del TSP (Team Software Process), como bien lo resumen, Guardati, S; Ponce, A. (2011), en su artículo titulado “Guía de pruebas de software para MoProSoft. REICIS”, que existen varios modelos de procesos de software reconocidos y utilizados por la industria del software, y que en general, los mismos modelos ofrecen un referente para que las empresas dedicadas al desarrollo de software puedan definir procesos propios para regir sus actividades de producción, implementación, evaluación y documentación de los mismos. Es decir, especifican qué hacer, sin embargo, estos modelos no dicen cómo hacerlo. En cuanto a las pruebas, si bien está demostrado que son fundamentales para asegurar la calidad del software, en las PYMES no siempre se les da la atención necesaria.

En este trabajo se presenta una Guía de Pruebas de Software (GPS) para MoProSoft que complementa al modelo, brindando a las PYMES la información y las herramientas útiles para llevar a cabo dichas pruebas de monitoreo y testeo. En la experiencia de Ampuero, M., & López, Y. (2006) sobre la formación de capital humano relacionada con el desarrollo de software en Cuba, nos refiere la importancia de contar con un marco de trabajo dirigido al individuo, en este sentido enfatiza la importancia que tiene una metodología o marco de trabajo como el PSP, pues le confiere a quien se está formando en esta disciplina la posibilidad de colaborar eficientemente en trabajo colaborativos de equipos eficientes.

Dentro de los modelos existentes en el mercado, uno de los más representativo es el Capability and Maturity Model Integrated (CMMI) desarrollado por el Software Engineering Institute; pero existen otros como: la ISO/IEC 90003 que es la guía de la implementación de la ISO 9001:2000 [ISO 2004] de carácter internacional, el modelo denominado Melhoria de Procesos de Software (MPS) de Brasil y el Modelo de Procesos de Software (MoProSoft) de México, entre otros. Estos modelos establecen referentes que las empresas deben alcanzar para incrementar las capacidades de sus procesos o madurez organizacional a través de procesos de mejora continua.

Todo este proceso reformador se desarrolló el proyecto COMPETISOFT, que es un esfuerzo de investigadores y profesionales Iberoamericanos que buscan incrementar la competitividad de las pymes desarrolladoras de software utilizando un marco común de modelos que han sido pensados para su realidad. COMPETISOFT se basa en el modelo de referencia de procesos mexicano MoProSoft y se han realizado diversas implementaciones en la región (Oktaba, 2007).

SCRUM

El desarrollo de proyectos ágiles se ha convertido en una necesidad básica, en nuestros días, pues determina una de las actividades de la industria, en planes que no se consideran de largo plazo, es en este sentido, que SCRUM representa una buena opción. En opinión de Mariño, S I y Alfonzo, P L. (2014), se trata de una metodología que aporta valor al cliente en el desarrollo de productos o servicios, maximizando la eficiencia de los equipos de trabajo, considerando a su vez, conceptos relacionados con la calidad y mejora continua. La aportación de estos investigadores consiste en que utilizan SCRUM en un ambiente académico, utilizando este marco de trabajo como referente de buenas prácticas en los diseños de proyectos llamados TFA (Trabajo Final de Aplicación), al interior de su programa educativo.

Partiendo de este planteamiento es importante hacer mención, que la metodología SCRUM, se usa generalmente para gestionar grupos de trabajo para la producción de artefactos de software. Este tipo de marco de trabajo, se organiza en fases, actividades y tareas, haciendo énfasis en los roles y funciones de los integrantes, en los cuales no queda incertidumbre, o se reduce al máximo para hacer más eficientes los procesos productivos y la competitividad de los equipos de trabajo o producción.

En su análisis de cómputo en la nube, Arana, L M, Ruiz, M E;, La Serna, N. (2015), argumentan con relación a esta tecnología, que los factores: interfaz de control, garantía, lenguajes de programación, más costo de planeación. En cierta medida, en un trabajo muy singular, Mariño, S; Godoy, M y Alfonzo, P. (2011), proponen el desarrollo metodológico dentro de una dialéctica Hegeliana, en que la síntesis o productividad se antepone al eterno conflicto de la tesis-antítesis. A su vez, se cita a Díaz (2009), quien define a SCRUM como una colección de procesos para la gestión de proyectos. Lo que permite centrarse en la entrega de valor para el cliente y la potenciación del equipo para lograr su máxima eficiencia dentro de un esquema de mejora continua.

COBIT

Para el IT, Governance Institute (2005), "la supervivencia y el éxito de una organización en el nuevo mercado global, donde el tiempo y las distancias fueron suprimidas, dependen de la gestión eficaz de la información y tecnologías relacionadas", (Souza, J y Nunes Neto, A; 2013). Afirmación aceptable, puesto que los marcos de trabajo basados en las buenas prácticas de la industria, así como los estándares adoptados por las

organizaciones de tipo ISO, forman parte de la nueva cultura organizacional orientada a la competitividad global.

Asimismo, en ese trabajo se comparan los meta-modelos que derivan en sistemas de bases de datos para el conocimiento de la organización y la mejora continua de sus procesos productivos, comparándolos a su vez con el marco de trabajo COBIT 4.1. De la misma forma, los investigadores Sánchez, J; Fernández E y Moratilla, A. (2013), han abordado con profundidad el tema sobre la convergencia de tres metodologías o marcos de trabajo: ITIL, COBIT y EFQM. En este caso, por ejemplo, queda la interesante pregunta de investigación en relación con que si estos pueden convivir o trabajar juntos. A continuación reflexionaremos en torno a ellos.

ITIL y COBIT son complementarios en lugar de competir. COBIT es un marco de políticas, procesos, procedimientos y métricas que pueden dar una dirección relacionada con la gobernanza a las operaciones de TI y procesos ITIL asociados. Por su parte, COBIT es un conjunto de mejores prácticas (marco) para la gestión de la tecnología de la información creada por la Auditoría de Sistemas de Información y la Asociación de Control (ISACA), y la ITGI en 1992. COBIT fue lanzado y utilizado principalmente por la comunidad de TI. Luego se agregaron las Directrices de Gestión y COBIT se convirtió en el marco internacionalmente aceptado para la gobernanza y control de TI, COBIT ofrece a los gerentes, auditores y usuarios de TI un conjunto de medidas, indicadores, procesos y prácticas para ayudarles a maximizar los beneficios derivados de la utilización de la tecnología de la Gobierno y control de TI en una empresa.

CMMI

Los modelos CMMI (Capability Maturity Model Integration) son producto de las mejores prácticas en áreas de proceso, que a su vez, ayudan a las organizaciones a mejorar sus propios procesos al tomarlas como un marco referencial en la experiencia organizacional. En el desarrollo de estos modelos CMMI, han intervenido las tres hélices productivas, además de organismos como el instituto SEI (Software Engineering Institute), según Cabral, M V. y Cukier, J. (2010).

En referencia a estos mismos autores, concluyeron en su estudio realizado, que se obtuvieron mejoras significativas en tiempo, costo y alcance (calidad), por encima del 80%, puesto que se logra la transferencia de las experiencias organizacionales.

Para Palacios, H y Porcell, N; (2012), en su trabajo “Obstáculos al Implantar el modelo CMMI” consideran el aprendizaje organizacional como un aprendizaje de circuito simple: este aprendizaje ocurre cuando se detectan errores y estos son corregidos dentro del marco presente y aceptable de normas, valores y metas. Aprendizaje de circuito doble: este aprendizaje ocurre cuando, además de detectar y corregir errores, hay una o varias metas de la situación correspondiente.

En este trabajo se referencia las secuencias del proceso de madurez, que van desde esfuerzos heroicos individuales, pasando por gerencia básica del proyecto, estandarización, gestión cuantitativa y proceso de mejora continua.

Uno de los retos de implementar este modelo reside en las métricas, las pruebas piloto, el gobierno organizacional, la estructura administrativa y otros inconvenientes, como el temor o la ansiedad y la dificultad en las métricas, como señalábamos anteriormente.

En este escenario, según Morgado, G P, Gesser, I, Silveira, D S; Manso, F S P, Lima, P. y Schmitz, E.; (2007), evidencian en su trabajo, “Prácticas de CMMI como reglas de negocio”, que el objetivo final radica en disminuir la ambigüedad y desde luego, la incertidumbre de los procesos al interior de la organización.

Al mismo tiempo, en lo señalado por Ramos, F; Torres, O; Sánchez, N y Alba, M; (2010), nos remiten su experiencia en la implantación de CMMI en PyMES, sobre todo en empresas de TI. Por su parte, suele haber grandes talentos, pero una improvisación organizacional en los procesos de la misma.

La propuesta de estos autores es acompañar en la fase de pruebas otros modelos de monitoreo como testPAI, pues se puede integrar de manera amigable a los procesos de control del propio CMMI.

Esta metodología se ve reforzada tal y como lo plantean Uribe, J., Uribe, E., Márquez del Real, J., y Valtierra, C. (2013) al utilizar CMMI-DEV v1.3, en el caso de pequeñas empresas orientada a la mejora de procesos.

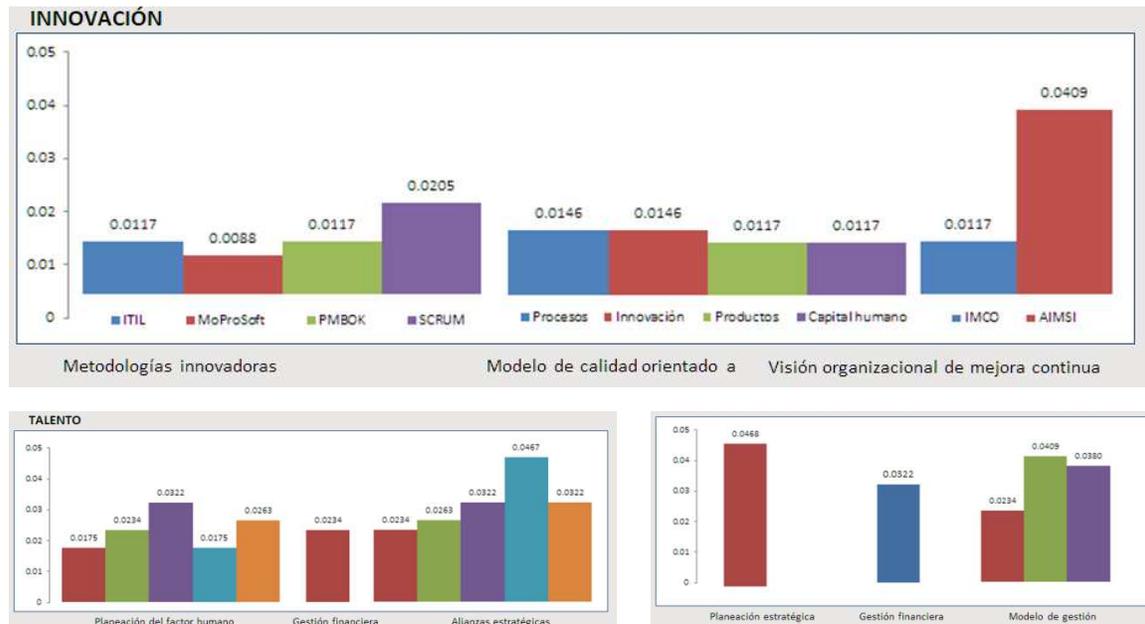
Conclusiones

En virtud del análisis que la presente investigación ha realizado sobre la Competitividad en TI bajo un ámbito clusterizado de la triple hélice, el cual ha considerado factores de análisis cuantitativo y cualitativo relacionados con Gestión de capital humano, Modelos de negocio de las empresas de TI, Metodologías empleadas en las empresas de TI, se desprenden las siguientes conclusiones:

1. Capital humano no suficiente en materia de TI, para desplegar proyectos sectoriales, un área de oportunidad en este rubro, relacionado con la gestión del capital humano, desde la academia hasta la industria, con adopción de metodologías innovadoras y estándares globales.
2. Los mecanismos de clusterización plantean una de las mejores estrategias para detonar las vocaciones económicas, con las TI como fuerza transversal, bajo métricas propuestas por IMCO, AIMSI, AMITI, PROSOFT y otras de tipo global, como el caso de Cluster TI Colima, A.C.

3. El gobierno como órgano rector del estado, debe contemplar las mega tendencias para migrar a la sociedad y economía del conocimiento, impulsando el capital humano mediante políticas sustentadas en I+D y poder incrementar la competitividad.

Figura 11. Resultados de la evaluación del capital humano en el Cluster TI Colima A.C.



Fuente: Elaboración propia

Referencias

- Alfonso, P L; Mariño, S; Godoy, M V; (2011). Propuesta metodológica para la gestión de proyecto de software ágil basado en la Web. *Multiciencias*, 11() 395-401.
- André Ampuero, M., & López Trujillo, Y. (2006). Creando un profesional con disciplina en el proceso de desarrollo de software. *Ingeniería Industrial*, XXVII (1), 27-30.
- Arana López, L M; Ruiz Rivera, M E; La Serna Palomino, N; (2015). Análisis de aplicaciones empleando la computación en la nube de tipo PaaS y la metodología ágil SCRUM. *Industrial Data*, 18() 149-160.
- Cabral Freije, M V; Cukier, J; (2010). CMMI después de la certificación. REICIS. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 6() 76-83.
- Calvo-Manzano Villalón, J. (2011). Perspectivas de la mejora de procesos de software. REICIS. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 7 (3), 39-43.

- Calvo-Manzano, J A; Sánchez, A; Arcilla, M; Cerrada, C; San Feliu, T; Gómez, G; Ruiz, E; (2007). “Una propuesta organizativa de los procesos de SD y SS en ITIL. REICIS”. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 3() 6-20.
- Colom, R; (2009). Educación y capital humano. *Psicothema*, 21() 446-452.
- Diez-Silva, H; Romero-Infante, J A; (2013). “Gestión de proyectos ecoturísticos orientados al mercado internacional con impacto en el desarrollo local mediante aplicación del estándar PMBOK®”. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, () 154-175.
- Esteban Villamizar, L A; Rojas Contreras, M; Orjuela Duarte, A; (2011). “Modelo de integración de las actividades de gestión de la guía del PMBOK con las actividades de ingeniería, en proyectos de desarrollo de software”. *Revista Avances en Sistemas e Informática*, 8() 97-105.
- Guardati, S; Ponce, A; (2011). Guía de pruebas de software para MoProSoft. REICIS. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 7() 28-47.
- López-Ruiz, O; (2007). Ethos empresarial: el "capital humano" como valor social. *Estudios Sociológicos*, XXV () 399-425.
- López Trujillo, Y., & André Ampuero, M., & Infante Abreu, A. (2011). Formación de roles y buenas prácticas en el trabajo por la calidad de un ingeniero informático. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 19 (3), 382-395.
- Madrigal Torres, B E; (2009). Capital humano e intelectual: su evaluación. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2() 65-81.
- Mariño, S I; Alfonzo, P L; (2014). Implementación de SCRUM en el diseño del proyecto del Trabajo Final de Aplicación. *Scientia Et Technica*, 19() 413-418.
- Mariño, S; Godoy, M; Alfonzo, P; (2011). Identificación de la dialéctica hegeliana en un proceso ágil de la ingeniería del software. Estudio preliminar. *Télématique*, 10() 01-10.
- Morgado, G P; Gesser, I; Silveira, D S; Manso, F S P; Lima, P M V; Schmitz, E A; (2007). Prácticas do CMMI® como reglas de negocio. *Production*, 17() 383-394.
- Okuda Benavides, M., & Gómez-Restrepo, C. (2005). Métodos en investigación cualitativa: triangulación. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, XXXIV (1), 118-124.
- Palacios, H; Porcell, N; (2012). Obstáculos al implantar el modelo CMMI. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, () 110-127.
- Ramos, F; Torres, O; Sánchez, N; Alba, M; (2010). Implantación de CMMI nivel de madurez 2 en una PYME. REICIS. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software*, 6() 35-46.

- Restrepo E., F J; (2005). El capital y las capacidades humanas. *Revista Ciencias Estratégicas*, 13() 195-212.
- Sánchez Peña, J., & Fernández Vicente, E., & Moratilla Ocaña, A. (2013). ITIL, COBIT and EFQM: Can They Work Together? *International Journal of Combinatorial Optimization Problems and Informatics*, 4 (1), 54-64.
- Solarte-Pazos, L; Sánchez-Arias, L F; (2010). “El cuerpo de conocimientos del Project Management Institute- PMBOK® Guide, y las especificidades de la gestión de proyectos. Una revisión crítica. INNOVAR”. *Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 20() 89-100.
- Souza Neto, J; Nunes Ferreira Neto, A; (2013). Metamodel of the it governance framework COBIT. *Systems: Journal of Information Systems and Technology Management*, 10() 521-540.
- Uribe Dévora, J., & Uribe Rayas, E., & Márquez del Real, J., & Valtierra Alvarado, C. (2013). Identificando Hallazgos de Mejora en Pymes de TI Utilizando un Modelo Ontológico para CMMI-DEV v1.3. ReCIBE. *Revista electrónica de Computación, Informática, Biomédica y Electrónica*, (3).
- Vargas Díaz, C. (2009). Transparencia de la información económico-financiera a través del e-gobierno o gobierno electrónico: caso español. *Perspectivas*, (24), 59-90.