

Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Centro Interdisciplinario de Posgrados

Investigación y Consultoría

Decanatura de Posgrados en Ingeniería y Negocios

Doctorado en Tecnologías de Información y Análisis de Decisiones

**“DESARROLLO DE UN MODELO DE KPI’s DE LAS TIC A TRAVÉS
DE METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE DECISIONES PARA
INCREMENTAR LA CALIDAD Y LA COMPETITIVIDAD EN LA
EDUCACIÓN**

**CASO DE ESTUDIO: LAS IES PÚBLICAS DE LA ZONA
CONURBADA DE TAMPICO, MADERO Y ALTAMIRA”**

**Tesis que para obtener el Grado de Doctor en Tecnologías de
Información y Análisis de Decisiones**

Presenta
DAVID LERMA LEDEZMA

Director de Tesis:
DR. CARLOS ARTURO VEGA LEBRÚN



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyla**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla

Decanatura de Posgrados en Ingeniería y Negocios

Doctorado en Tecnologías de Información y Análisis de Decisiones

SE APRUEBA LA TESIS:

**“DESARROLLO DE UN MODELO DE KPI's DE LAS TIC A
TRAVÉS DE METODOLOGÍAS DE ANÁLISIS DE DECISIONES
PARA INCREMENTAR LA CALIDAD Y LA COMPETITIVIDAD
EN LA EDUCACIÓN**

**CASO DE ESTUDIO: LAS IES PÚBLICAS DE LA ZONA
CONURBADA DE TAMPICO, MADERO Y ALTAMIRA”**

DEL ALUMNO:
David Lerma Ledezma

Director de Tesis
Dr. Carlos Arturo Vega Lebrún

Asesor
Dr. Juan Carlos Pérez García

Asesor
Dra. Rosa María Cantón Croda

Puebla, México.

FEBRERO 2018

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	a
INTRODUCCIÓN	c
CAPÍTULO I: “ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO”	1
1.1 Planteamiento del problema	1
1.2 Propósito de la investigación	11
1.3 Objetivo general	11
1.4 Objetivos específicos	11
1.5 Justificación	12
1.5.1 Conveniencia	12
1.5.2 Relevancia social	12
1.5.3 Valor teórico	13
1.5.4 Valor metodológico	13
1.5.5 Implicaciones prácticas	13
1.6 Alcances y limitaciones	14
1.6.1 Alcances	14
1.6.2 Limitaciones	15
1.7 Organización del estudio	15
CAPÍTULO II: “MARCO TEÓRICO”	24
<u>TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)</u>	24
2.1 Las TIC	24
2.1.1 Conceptualización de las TIC	24
2.1.2 Clasificación de las TIC	27
2.1.3 Características de las TIC	30
2.1.4 Las TIC y la Sociedad del Conocimiento	33
2.1.5 La Integración de las TIC en la Educación Superior	37
2.1.6 La Administración de las TIC	47
<u>PLANEACIÓN ESTRATÉGICA</u>	53
2.2 Planeación	53
2.3 Estrategia	54
2.4 Planeación estratégica	56
2.4.1 Modelos de Planeación Estratégica	59

2.5	Competitividad en las IES	70
	<u>DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA</u>	74
2.6	Dirección	74
2.7	Dirección de Tecnologías de Información	75
2.8	Optimización de tecnologías	80
	<u>LOS INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO (KPI's)</u>	83
2.9	Los indicadores de desempeño	83
2.9.1	Indicadores de desempeño para la Educación Superior	84
2.9.2	Clasificación de los indicadores para la Educación Superior	93
2.9.3	Ejemplo de un indicador de desempeño	95
2.10	Mediciones y esquemas de medición	96
2.10.1	Escala de medición compuesta (CMS)	98
2.10.2	Tecnología de Modelado de Mediciones (MMT)	99
	<u>MODELOS DE ANÁLISIS DE DECISIONES</u>	102
2.11	Análisis de decisiones	102
2.11.1	Evaluación de riesgo e incertidumbre	104
2.11.2	Marco para la evaluación del riesgo	105
2.11.3	Toma de decisiones bajo riesgo	107
2.11.4	Toma de decisiones bajo incertidumbre	107
2.11.5	Toma de decisiones de multietapas	108
2.12	Modelos de análisis de decisiones	109
2.12.1	Data Envelopment Analysis (DEA)	109
2.12.2	Analytic Hierarchy Process (AHP)	113
2.12.3	Multi Criteria Decision Making (MCDM)	117
2.12.4	Árboles de decisión	122
2.12.5	Modelo de Monte Carlo (MC)	126
2.12.6	Regresión Lineal	127
2.12.7	Pronósticos	130
2.12.8	Teoría de Juegos	136
	CAPÍTULO III: “METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN”	140
3.1	Diseño metodológico	140
3.1.1	Metodología	140
3.2	Diseño y tipo de investigación	143
3.3	Población y muestra	144
3.4	Categorización o dimensiones del modelo	144
3.4.1	Gestión de las TIC	145

3.4.2 Infraestructura de las TIC	146
3.4.3 Integración de las TIC	147
3.4.4 Escalabilidad	148
3.4.5 Calidad	148
3.4.6 Planeación Estratégica	149
3.5 Tabulación de los factores TIC	150
3.5.1 Factores de la Gestión de las TIC	150
3.5.2 Factores de la Infraestructura de las TIC	151
3.5.3 Factores de la Integración de las TIC	151
3.5.4 Factores de la Escalabilidad	151
3.5.5 Factores de la Calidad	151
3.5.6 Factores de la Planeación Estratégica	151
3.5.7 Tabulaciones por autor	152
3.6 Priorización de indicadores	158
3.6.1 Análisis de tendencias por categoría y por factor	158
3.6.2 Cálculo de las ponderaciones o nivel de importancia por categoría	159
3.6.3 Cálculo de las ponderaciones o nivel de importancia por factor	160
3.7 Diseño del instrumento de medición	170
CAPÍTULO IV: “CASOS DE ESTUDIO”	171
4.1 Universidad Politécnica de Altamira (UPALT)	171
4.1.1 Antecedentes	171
4.1.2 Misión y Visión	172
4.1.3 Estructura organizacional	172
4.1.4 Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso	173
4.1.5 Infraestructuras TIC	176
4.2 Universidad Tecnológica de Altamira (UT)	179
4.2.1 Antecedentes	179
4.2.2 Misión y Visión	180
4.2.3 Estructura organizacional	181
4.2.4 Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso	182
4.2.5 Infraestructuras TIC	183
4.3 Instituto Tecnológico de Altamira (ITA)	184
4.3.1 Antecedentes	184
4.3.2 Misión y Visión	185
4.3.3 Estructura organizacional	185
4.3.4 Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso	186

4.3.5 Infraestructuras TIC	187
4.4 Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM)	188
4.4.1 Antecedentes	188
4.4.2 Misión y Visión	190
4.4.3 Estructura organizacional	190
4.4.4 Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso	192
4.4.5 Infraestructuras TIC	195
4.5 Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT - CUTM)	197
4.5.1 Antecedentes	197
4.5.2 Misión y Visión	198
4.5.3 Estructura organizacional	199
4.5.4 Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso	200
4.5.5 Infraestructuras TIC	203
4.6 ANÁLISIS TABULAR DE LAS INFRAESTRUCTURAS TIC DE LAS IES	205
CAPÍTULO No. V: “DESARROLLO DEL MODELO”	207
5.1 Análisis del instrumento de medición	207
5.2 Análisis de los indicadores de las categorías del modelo	219
5.3 Priorización de las categorías del modelo	223
5.4 Priorización de los indicadores por categoría	224
5.5 Aplicación del modelo de análisis de decisiones AHP	226
5.5.1 Por categorías	227
5.5.2 Por indicadores de cada categoría	227
CONCLUSIONES	229
ANEXOS	251
Anexo A. Catálogo de indicadores del modelo por categoría	251
Anexo B. Instrumento de medición	262
Anexo C. Análisis de los indicadores de las categorías	265
Anexo D. Priorización de las categorías del modelo	268
Anexo E. Priorización de los indicadores por categoría	270
Anexo F. Aplicación del modelo AHP	275
Anexo G. Matrices de comparación	282
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	285

AGRADECIMIENTOS

A JEHOVÁ MI DIOS:

¡Gracias principalmente a mi DIOS TODOPODEROSO quien siempre me ha cuidado y sostenido en sus manos; bendito seas SEÑOR, sin duda que **absolutamente todo** lo que tengo ha sido por tu generosa gracia y por tu voluntad, te alabo mi DIOS!

Dando siempre gracias por todo al Dios y Padre, en el nombre de nuestro Señor Jesucristo. Efesios 5:20.

Dad gracias en todo, porque ésta es la voluntad de Dios para con vosotros en Cristo Jesús. 1ª Tesalonicenses 5:18.

Gracias te damos, oh Dios, gracias te damos, pues cercano está tu nombre; los hombres cuentan tus maravillas. Salmos 75:1.

A MI ESPOSA:

A la L.P. Elvia Martínez Martínez por su esmero, dedicación, paciencia y apoyo a lo largo de mi vida y en este tiempo de trabajo doctoral; TE AMO MI AMOR.

A MIS PADRES Y HERMANOS:

Al M.M.E. y M.C. Jorge Guadalupe Lerma Bonila y Profa. Aidé Ledezma García, quienes vivieron muy de cerca este proceso apoyándome en todos los sentidos. A mis hermanos I.Q. Nancy Lerma Ledezma, I.M. Sergio Lerma Ledezma, Arq. Jorge Luis Lerma Ledezma e I.I. Delia Lerma Ledezma, muchas gracias por sus oraciones. A mis tíos, tías y sobrinos, DIOS les bendiga también.

A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE ALTAMIRA:

A la UPALT quien me proporcionó muchas facilidades, tanto académicas como administrativas para poder seguir en el día a día, tanto en mis clases de doctorado como en la elaboración de artículos y el presente trabajo doctoral.

A LA UNIVERSIDAD POPULAR AUTÓNOMA DEL ESTADO DE PUEBLA

A la UPAEP quien me ofreció de manera generosa servicios administrativos y conocimiento a través de sus excelentes profesores quienes fueron marcando la pauta con sus aportaciones individuales para la consolidación de ideas que permearon en la elaboración de este trabajo de doctorado.

A LAS INSTITUCIONES DE EDUCACIÓN SUPERIOR:

A la Universidad Politécnica de Altamira (UPALT), a la Universidad Tecnológica de Altamira (UTA), a la Universidad Autónoma de Tamaulipas, campus Tampico-Madero (UAT-CUTM), al Instituto Tecnológico de Altamira (ITA) y al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM) quienes fueron las IES públicas que tuvieron a bien proveer la información necesaria para la realización de este trabajo de tesis.

A MI DIRECTOR DE TESIS:

Al Dr. Carlos Arturo Vega Lebrún, quien dedicó parte de su tiempo en consejería y útiles comentarios con los cuales se fue dando vida y forma a esta tesis doctoral.

A MIS REVISORES:

Al Dr. Juan Carlos Pérez García y a la Dra. Rosa María Cantón Croda, quienes formaron mi comité doctoral realizando efectivas y valiosas revisiones a este trabajo.

INTRODUCCIÓN

En el capítulo I presenta la organización del estudio y en él se señala que las Tecnologías de la Información y Comunicación (**TIC**) han evolucionado vertiginosamente en los últimos años y han influido en prácticamente todas las esferas de la vida. Impactan en el quehacer diario de las personas, de la sociedad y de muchas ciencias tales como la Medicina, la Física, la Electrónica y la Informática, sólo por mencionar algunas, así como a la Educación en general.

En el campo de la Educación, últimamente éstas han sido consideradas como un elemento vital en el proceso enseñanza-aprendizaje en todos los niveles educativos existentes y en todos los sistemas de educación. Es por ello que continuamente han surgido nuevos métodos y modelos de enseñanza que cada vez involucran más a las TIC como uno de los ejes centrales en el proceso educativo. Debido a las características y a la naturaleza de las materias que se imparten en el nivel superior y al fuerte compromiso de las Instituciones de Educación Superior (**IES**) de forjar egresados con mayores conocimientos, valores y destrezas tecnológicas para la competencia que exige el sector industrial es que se le da relevancia a la realización de trabajos como el presente en donde se busca investigar los diferentes tipos de TIC existentes en el mercado que puedan ser implementadas por los catedráticos en el momento de la impartición de sus cátedras en el aula, en el laboratorio o en el taller; inclusive en las modalidades de educación a distancia se debe analizar el funcionamiento y el *performance* de software de tipo *Learning Management System* (**LMS**) y otros más que han aparecido en el mercado para que los alumnos virtuales se puedan conectar a una clase a través de una conexión remota de Internet. En base a lo anterior se deben establecer las distintas áreas de conocimiento que estarán involucradas en el desarrollo del presente proyecto de investigación.

Posteriormente a ello se exponen los antecedentes del problema donde se tendrá un panorama general e histórico acerca del concepto de calidad en la Educación Superior, de los modelos de aseguramiento de la calidad en las universidades así como de los modelos de competitividad en las mismas y se concluye este apartado con la especificación de los indicadores de desempeño (**KPI's**) para la medición de los servicios ofertados por las IES.

Acto seguido se procede a la descripción del problema a resolver, en donde se plantea la pregunta general de investigación. Una vez formulada ésta, se procede a la especificación de la problemática compuesta por algunas preguntas derivadas de la pregunta general de investigación, así como la detección de las áreas de conocimiento que acompañarán a la presente investigación.

Después se mencionan tanto el objetivo general como los objetivos específicos que se necesitan desarrollar para la realización del presente trabajo. Finalmente se mencionan los alcances y/o delimitaciones que tendrá el proyecto, así como la justificación del mismo y se termina este primer capítulo con la recopilación de las conclusiones por parte del autor.

El capítulo II presenta todo el sustento teórico que se considerará para la realización de este trabajo de investigación, el cual consta de cinco partes.

La primera parte trata sobre las Tecnologías de Información, en la cual se hace una mirada exhaustiva a las diferentes TIC que existen, a sus conceptos, a sus características e integración de las mismas haciendo énfasis en aquellas que tienen que ver con el sector educativo, específicamente en el de la Educación Superior.

En cambio la segunda parte nos habla sobre algunos de los modelos clásicos de la Planeación Estratégica más utilizados o que han tenido una mayor influencia en los últimos años, haciendo un repaso de los autores más importantes en dicho tema. Posteriormente se abordan los fundamentos de la competitividad en las IES

y se culmina esta parte haciendo una mirada a las diferentes clasificaciones a nivel nacional e internacional de las IES.

En la tercera parte se abordan los temas de la Dirección y la optimización de las Tecnologías y aquí se analizan las diferentes formas de gestionar las mismas y cuáles son las que se pueden considerar como tecnologías emergentes en el aspecto de la optimización de las tecnologías.

En la cuarta parte se verifican los indicadores de desempeño que pueden ser considerados en los capítulos posteriores de esta investigación para conformar un sistema que buscará la optimización de los recursos de las TIC en las IES. También se contempla en este capítulo el tema de los esquemas de medición.

La quinta parte abarca los diferentes modelos de Análisis de Decisiones que pueden ser considerados para la evaluación de los indicadores de desempeño descritos en la parte cuatro de este mismo capítulo.

El capítulo III presenta la metodología de la investigación, la cual se desarrolla en siete secciones.

La primera de ellas tiene que ver con el diseño metodológico en el cual se presenta la gráfica de la metodología base para la realización del modelo.

En la segunda sección se especifica el diseño y el tipo de investigación que se aplicará a la investigación.

En la tercera sección se especifican tanto la población como la muestra que se utilizará para la recolección de la información.

La cuarta sección habla sobre la definición de las categorías de las TIC que conformarán el modelo propuesto.

En la quinta parte se detallan los factores que integran cada una de las características TIC que conformarán al modelo.

La sexta parte nos presenta el análisis y el cálculo de los factores para estimar la priorización de los mismos.

Una vez realizados los cálculos, la séptima y última etapa de este capítulo se dedica a la elaboración del instrumento de medición (encuesta) que se aplicará a la muestra con el objeto de recopilar los datos que se utilizarán en los capítulos posteriores.

En el capítulo IV se hace una mirada exhaustiva hacia las infraestructuras TIC de las cinco IES públicas de la zona conurbada de la muestra, que debido a la factibilidad de estudiarlas a todas en su conjunto se convierte en un censo.

Se recolecta la información a través del instrumento de medición aplicado y en base a éste se genera una visión de los elementos TIC que deberán ser atendidos con urgencia, los que se pueden mejorar y los que se deben de sostener en valores altos.

Finalmente, en el capítulo V, se desarrolla el modelo de KPI's de las TIC para incrementar la competitividad y la calidad educativa de las IES públicas de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira en base al modelo de análisis de decisiones (**AHP**) de las priorizaciones, en primera instancia de las categorías del modelo, y, posteriormente de los indicadores que forman a cada una de dichas categorías del modelo de fortalecimiento propuesto de las TIC.

CAPÍTULO I: ORGANIZACIÓN DEL ESTUDIO

1.1. Planteamiento del problema

De acuerdo con Ramiro (2010) la Educación Superior a nivel internacional se ha transformado para atender las necesidades fluctuantes de la sociedad en este nuevo siglo. Algunos organismos internacionales como la UNESCO han impulsado acciones para regular estas transformaciones con base en la demanda de la Educación Superior y sobre todo, en el establecimiento de programas para la detección, medición y control de problemas inherentes a las Instituciones de Educación Superior tales como lo son los desafíos de financiamiento, igualdad de condiciones de acceso a los estudios, capacitación del personal, la formación basada en competencias, la mejora y conservación de la calidad educativa, la investigación, pertinencia de planes de estudio, entre otros.

A partir de 2003 se ha observado en países asiáticos como la India el fenómeno de que sus estudiantes universitarios optan como primera opción a las IES que cuentan con la modalidad a distancia (11.74%) sobre las IES convencionales (6.16%) Mukerji (2005). Esto es una proporción de casi el doble lo cual revela la importancia que implica para las IES el contar con infraestructuras TIC así como de mecanismos de control basados en indicadores de desempeño para la correcta administración de las mismas.

En cuanto a Europa Zapata (2015), los países del norte (Dinamarca, Suecia, Finlandia, Holanda, seguidos de Alemania, Bélgica, Francia y Austria) son los que tienen mayor inversión por persona en el rubro de Educación Superior; se estima que en promedio, dichos países invierten entre 11,500 y 16,000 €.

Los países de Europa del Este como la República Checa, Lituania, Polonia, Estonia y Latvia invierten entre 3,300 y 7,000 €. Estos datos fueron obtenidos entre el año 2000 y 2011 y la tendencia sugiere a que estas inversiones seguirán

en aumento. A pesar de ello, se percibe la problemática de que el acceso a las IES sigue siendo bajo en comparación con la infraestructura TIC con las que cuentan las IES las cuales pueden quedar obsoletas o en desuso o subutilizadas.

En el caso específico de México, existen dos importantes instancias que buscan integrar, medir, controlar y mejorar las áreas de oportunidad identificadas por la UNESCO en cuestiones de la Educación Superior, las cuales son la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES) y el Programa Integral de Apoyo Institucional (PIFI).

La propuesta de la ANUIES está cimentada en la observación de sus ocho postulados como lo son la calidad e innovación, congruencia con su naturaleza académica, pertinencia en relación con las necesidades del país, equidad, humanismo, compromiso con construcción de una mejor sociedad, autonomía responsable y estructuras de gobierno y operación ejemplares.

La estrategia de cambio de la ANUIES tiene como principio el aseguramiento de la calidad en la Educación Superior en base al mejoramiento del perfil del profesorado y consolidar cuerpos académicos en las IES, ampliar su cobertura, mejorar la pertinencia de los programas académicos, ampliar y fortalecer su capacidad para generar y aplicar conocimiento, fortalecer la vinculación, impulsar la innovación así como la evaluación y de la mejora continua de la calidad educativa en las IES, tanto públicas como particulares, incluyendo además la internacionalización de la Educación Superior mexicana.

En las décadas de los años 80 y 90, el gobierno federal impulsó varios programas especiales de financiamiento como el Fondo para la Modernización de la Educación Superior (FOMES), el Programa de Mejoramiento del Profesorado (PROMEP, ahora PRODEP), el Fondo de Aportaciones Múltiples (FAM), el Programa de Apoyo al Desarrollo Universitario (PROADU), el Programa para la Normalización de la Administración (PRONAD); todos ellos contaban con algunas

características novedosas respecto a las formas de negociación y asignación de recursos a las IES.

En cuanto al anteriormente denominado PIFI (ahora Programa de Fortalecimiento de la Calidad Educativa, PFCE), es necesario comentar que el Programa Nacional de Educación (PRONAE) estableció que este Programa conjuntara y armonizara todas o gran parte de las acciones institucionales con la finalidad de impulsar la mejora continua y el aseguramiento de la calidad de los programas y servicios educativos ofertados por las IES.

La Tabla No. 1.1 muestra una parte de los resultados de un estudio realizado por el PIFI en el periodo de 2001 a 2007 en el cual se evaluaron 9,995 proyectos en las Universidades Públicas Estatales (UPE). Sólo se consideraron los tres rubros o indicadores que tienen implicación o que están relacionados con este trabajo de investigación y que sirven para la detección del problema de este trabajo doctoral.

Tabla No. 1.1. Información parcial de estudio PIFI en el periodo 2001 a 2007.

Tipo de proyecto	Número de Proyectos	Porcentaje
Mejora y aseguramiento de la calidad de programas educativos	2,270	22.71%
Infraestructura y equipamiento	436	4.36%
Incorporación de nuevas tecnologías	133	1.33%

Fuente: Elaboración propia basada en Ramiro (2010).

Como se puede ver existe una discrepancia entre lo que se desea obtener y lo que en realidad se hace para elevar los niveles de Educación Superior en México. Por un lado se destaca que las IES en su totalidad están conscientes de elevar el indicador de mejora y aseguramiento de la calidad de sus programas educativos ya que casi la cuarta parte de la totalidad de los proyectos evaluados por el PIFI están dedicados a este indicador; pero, por otro lado, se observa que es ínfimo el porcentaje en los indicadores que apalancan o impulsan el logro de la calidad educativa en las IES, ya que sólo el 4.36% pertenecen a la infraestructura y

equipamiento y solo el 1.33% de los proyectos se enfocan a la incorporación de las nuevas TIC.

Comas (2014) realizaron un estudio muy similar a lo expuesto anteriormente y nos proporcionan la siguiente información resumida en la Tabla No. 1.2 respecto al reporte PIFI del periodo de 2001 a 2011, el cual recibió un total de 15,909 proyectos. Nuevamente dicha tabla sólo contiene los rubros que tienen relación directa con este trabajo de investigación.

Tabla No. 1.2. Información parcial de estudio PIFI en el periodo 2001 a 2011.

Tipo de proyecto	Número de proyectos	Porcentaje	Monto
Educación a distancia	64	0.4022%	\$117,509,908.29
Incorporación de nuevas tecnologías	358	2.25%	\$568,909,060.71
Mejora y aseguramiento de la calidad de programas educativos	2,858	17.96%	\$3,577,277,008.22
Infraestructura y equipo	985	6.19%	\$1,957,308,050.33
Centros de autoacceso	31	0.1948%	\$29,527,010.00
Implantación de sistemas de información administrativa institucional	115	0.7228%	\$11,371,478.00
Conectividad institucional	51	0.3205%	\$110,159,137.00
Biblioteca virtual	31	0.1948%	\$31,838,260.00

Fuente: Elaboración propia basada en Comas (2014).

Ambas investigaciones permiten identificar la problemática de que no existe una proporción entre el número de proyectos (2,270) que se enfocan a mejorar y asegurar la competitividad y la calidad de los programas educativos universitarios y el número de proyectos orientados a la infraestructura, equipamiento e incorporación de las nuevas TIC en las IES (569). En la Tabla No. 1.2, que incluye cuatro años adicionales (2007 a 2011), se sigue manifestando dicha desproporción al contar con 2,858 proyectos de mejora y aseguramiento de la competitividad y calidad de las IES contra 1,635 proyectos que se enfocan a la integración de las TIC en dichas instituciones.

Por otro lado, en el trabajo de Colorado (2015) se definen los 13 indicadores que constituyen al Grado de Apropiación Tecnológica (GAT) y en la Tabla No. 1.3 se muestra el resultado de las mediciones realizadas con el objetivo de categorizarlas y, a su vez, priorizar estos indicadores. Cabe destacar que este estudio se realizó en la Universidad Veracruzana en México, específicamente en la carrera de Licenciatura en Sistemas Computacionales Administrativos (LSCA) y que es de las carreras que están más relacionadas con las TIC.

Tabla No. 1.3. Indicadores que integran el GAT.

Indicador	Promedio
Frecuencia y uso de internet	8.13
Manipulación de archivos	7.79
Administración de dispositivos	7.73
Programas y sistemas de información propios de la disciplina	7.30
Literacidad digital	7.09
Creación y manipulación de contenido de texto y texto enriquecido	6.71
Creación y manipulación de contenido multimedia	6.56
Comunicación	5.96
Creación y manipulación de datos	5.73
Frecuencia de uso de los servicios institucionales	5.24
Ciudadanía digital	5.02
Percepción sobre el uso de las TIC en la mejoría de un proceso	4.11
Socialización y colaboración	3.76
PROMEDIO TOTAL	6.24

Fuente: Elaboración propia basada en Colorado (2015).

Analizando la Tabla No. 1.3 se desprende que, como era de esperarse, la frecuencia y uso de internet sería el indicador más representativo. Sin embargo, en términos generales el promedio total de 6.24 es un valor bajo para la medición del grado de apropiación tecnológica, y, más aún, porque se deriva de una carrera que debe estar sumergida en el uso de las TIC.

Se destacan a su vez los bajos valores de los indicadores correspondientes a la percepción de las TIC para mejorar procesos (4.11), lo cual se traduce en que los alumnos no logran identificar las áreas de oportunidad en el uso de las TIC y, a su

vez, el indicador de socialización y colaboración (3.76) que nos señala que los alumnos que utilizan el internet y las redes sociales, no tienen la cultura de socializar o que no utilizan esta tecnología con fines adecuados y que podrían ser tema de otro tipo de investigación.

Esto nos lleva a identificar la problemática de que el alumnado de las IES no utiliza toda la tecnología y los recursos disponibles y que cuando lo hacen, no lo enfocan o no están supeditados a las tareas concernientes a mejorar y asegurar la competitividad y la calidad de los programas educativos, incluyendo a las carreras que tienen a las TIC como su objeto de estudio.

Por otro lado Hernández (2012) señalan que cada IES elige los indicadores que aportarán la información más valiosa para la autoevaluación; así mismo, los organismos de evaluación externa también eligen sus indicadores independientemente de cada IES. Es por ello que es necesario conocer cuáles son los indicadores más efectivos y los más utilizados por ambas partes.

Los autores identifican cuatro organismos externos a nivel nacional, cada uno con diferentes indicadores, los cuales son los siguientes: PIFI (32 indicadores), el Consejo de Universidades Públicas e Instituciones Afines (CUPIA, con nueve indicadores), la ANUIES (10 indicadores) y el Consorcio de Universidades Mexicanas (CUMEX, seis indicadores).

En el ámbito internacional, existen organismos como el Instituto Superior de la Universidad de Shanghai Jiao Tong, de China, el cual maneja ocho indicadores. Existe otro sistema de indicadores propuesto por el suplemento de *Times Higher Education* con 13 indicadores y se puede citar también el modelo de indicadores propuesto por J. R. Morse, el cual está integrado por siete indicadores.

Los autores concluyen que los sistemas de indicadores nacionales están enfocados más hacia aquellas que miden condiciones de entrada mientras que los

sistemas internacionales están más enfocados hacia los indicadores de resultados.

Existe una gran diversidad de criterios el momento de seleccionar los indicadores de desempeño para medir la competitividad y calidad educativa de una IES. Esta situación se puede prestar para ciertos intereses particulares o a la aplicación bajo subjetividades al momento de establecer un modelo de indicadores. Es por ello que se pretende ser lo más objetivo posible y esto solo se logra a través de la implementación de un modelo de indicadores basado en modelos matemáticos de toma de decisiones ya que la numerología es exacta, precisa y directa eliminándose de esta manera cualquier ambigüedad.

En sincronía con lo anterior, Vinueza (2013) nos comparte que una escasa o errónea selección de indicadores de gestión o de desempeño representarán un riesgo ya que dichos indicadores no aportarán al plan estratégico de las IES en términos de mensurabilidad o capacidad en la medición de lo que se pretende evaluar.

Lo anterior se deriva del estudio realizado en la Universidad Estatal del Milagro, en Ecuador, donde sus directivos evalúan las cinco herramientas representadas en la Tabla No. 1.4 donde se resalta la relevancia de contar con un sistema de indicadores adecuado como parte de un modelo de direccionamiento estratégico en las IES propuesto por dicho autor.

En dicha tabla se destaca que el 43% de los encuestados priorizan el contar con un sistema de indicadores para garantizar un mejor control sobre los resultados obtenidos.

Tabla No. 1.4. Herramienta adecuada para seguimiento de planes.

Herramienta	Porcentaje
Cuadro de mando	14%
Memorias anuales	29%
Informes	7%
Monitoreo	7%
Sistema de indicadores	43%
PROMEDIO TOTAL	100%

Fuente: Elaboración propia basada en Vinueza (2013).

Esto significa que no solo es importante que las IES posean un sistema de indicadores de desempeño sino que estos indicadores deben de ser cuidadosamente seleccionados, y, otra vez, se señala que se deben de eliminar las subjetividades y orientarse más a los resultados objetivos obtenidos de análisis matemáticos de decisiones para generar un sistema de indicadores de desempeño orientado a potenciar la competitividad y la calidad educativa en dichas instituciones.

Se pretende obtener una pregunta general de investigación que identifique cuáles son y cómo deben ponderarse los indicadores de desempeño educativo a nivel superior para que, en conjunto, formen un modelo de fortalecimiento de las TIC en las IES públicas de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira, a partir de los siguientes cuestionamientos y bajo las siguientes perspectivas:

Laboral

1. ¿Qué tanto se aplican y se observan los indicadores de desempeño en educación en las IES públicas de la zona conurbada?
2. ¿Con qué infraestructura tecnológica cuentan las IES públicas en la zona conurbada? ¿Con qué frecuencia se actualizan dichas infraestructuras en las IES públicas en la zona conurbada?
3. ¿Qué tan bien gestionadas a nivel planeación de adquisición y de operación se encuentran las TIC educativas en las IES públicas en la zona conurbada? ¿Qué información estadística disponible se tiene para tener

una correcta gestión de las mismas en las IES públicas en la zona conurbada?

Profesional

1. ¿Qué nivel de implementación tienen las IES públicas en la zona conurbada en cuanto al manejo y control de sus indicadores de desempeño para la medición de sus niveles de competitividad?

Posgrado

1. ¿Cuál es la importancia de la aplicación de los modelos de Análisis de Decisiones para la selección de los indicadores de desempeño idóneos para integrarlos a un modelo de fortalecimiento de las TIC en las IES públicas en la zona conurbada?

De acuerdo a estos cuestionamientos surge la siguiente pregunta general de investigación:

¿Cuáles deben de ser los indicadores de desempeño adecuados que deben formar parte de un modelo de fortalecimiento de las TIC para incrementar la competitividad de las IES públicas en la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira?

Dada la pregunta general de investigación anterior, surge la siguiente problemática:

1. ¿Cuál es la situación actual y carencias en materia de TIC en las IES públicas tanto a nivel nacional como internacional? ¿Cómo afectan estas limitaciones en la impartición de las cátedras en las IES públicas a nivel nacional? ¿Cómo están clasificados los proyectos TIC enfocados a mejorar y asegurar la calidad y competitividad de las IES y qué proporción guardan éstos con respecto a otro tipo de proyectos encaminados a incrementar tanto la infraestructura como el equipamiento de las IES?

2. ¿Cuáles son los indicadores de desempeño existentes, tanto nacionales como internacionales, para la medición de los servicios ofertados por las IES como docencia, difusión cultural, servicio social, educación continua, servicios profesionales, investigación, desarrollo tecnológico e innovación? ¿Cuáles de dichos indicadores de desempeño se encuentran implementados y vigilados en las IES públicas en la zona conurbada? ¿Con qué frecuencia son monitoreados? ¿Qué mecanismos de control tienen las IES públicas de la zona para la verificación de la correcta utilización de las TIC?
3. ¿Cuáles son las propiedades y características comunes de los indicadores de desempeño para ser considerados como idóneos sustentados por análisis matemáticos para su integración a un modelo de fortalecimiento de las TIC adecuado para las IES públicas en la zona conurbada? ¿Cuáles son los criterios que se consideran al momento de la selección de los indicadores de desempeño que regirán las normas y planes estratégicos y operativos de la IES?

Para resolver tanto la pregunta general de investigación como las preguntas que forman la problemática, es menester acudir e involucrar a las siguientes áreas del conocimiento:

- Tecnologías de Información.
- Análisis de Decisiones.
- Análisis Estadístico (Indicadores de desempeño para la Educación Superior, tanto nacionales como internacionales).

1.2. Propósito de la investigación

El propósito de esta investigación es ofrecer a las IES públicas de la zona un modelo de indicadores claves de desempeño focalizados en las TIC priorizados en base a modelos matemáticos de análisis de decisiones que implementado en dichas instituciones incrementará la calidad y la competitividad educativa. Otro propósito intrínseco en la investigación es la eliminación de la subjetividad al momento de seleccionar los KPIs y que sea el modelo matemático el que dictamine el orden de importancia en que los KPIs deberán de ser observados dentro de la operación interna de las IES.

1.3. Objetivo general

Derivado de lo anterior se puede establecer como objetivo general del presente trabajo doctoral el siguiente:

Desarrollar un modelo de fortalecimiento de las TIC a través de la integración de un sistema de indicadores de desempeño con soporte en modelos de Análisis de Decisiones para el incremento en la competitividad de las IES públicas en la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira.

1.4. Objetivos específicos

Dado el objetivo general mencionado anteriormente, surgen los siguientes objetivos específicos:

1. Identificar los diferentes modelos educativos existentes tanto nacionales como internacionales de Educación Superior basados en las TIC.
2. Identificar los diferentes indicadores de desempeño aplicados a la Educación Superior, tanto nacionales como internacionales.

3. Identificar las TIC aplicadas a la educación en las IES públicas de la zona conurbada.
4. Identificar los indicadores de desempeño aplicados en las IES públicas de la zona conurbada.
5. Evaluar los indicadores de desempeño recopilados en las IES públicas de la zona conurbada a través de modelos de Análisis de Decisiones.
6. Desarrollo del modelo de fortalecimiento de las TIC a partir de los indicadores de desempeño seleccionados en el Análisis de Decisiones.

1.5. Justificación

La justificación de este trabajo de investigación se puede clasificar de acuerdo a los siguientes aspectos:

1.5.1. Conveniencia

- Las IES públicas de la zona conurbada podrán establecer convenios y bolsas de trabajo directas con otras IES públicas que tengan implementados y manejen adecuadamente sus indicadores de desempeño.
- Las IES públicas de la zona conurbada podrán ser reconocidas, certificadas y acreditadas por diversos organismos locales, nacionales e internacionales (ISO, CIEES, CACEI), lo cual potenciará el nivel educativo de las mismas.

1.5.2. Relevancia social

- Se homologarán, estandarizarán y sistematizarán los procesos de administración de las TIC en general en dichas instituciones. Esto elevará el

nivel de profesionalización en todos los procesos educativos que incluyan a las TIC como su eje central.

- Se podrán medir tanto el impacto como las mejoras de la implementación del modelo de fortalecimiento de las TIC en las IES públicas de la zona conurbada a través de grupos de control, tanto antes como después de la propuesta del modelo.

1.5.3. Valor teórico

- Con la implementación del modelo de fortalecimiento de las TIC en las IES públicas de la zona conurbada, sus profesores tendrán la oportunidad de enriquecerse en cuanto al uso y manejo de las TIC para la impartición de sus cátedras.

1.5.4. Valor metodológico

- Durante la investigación no se encontró mucha literatura en cuanto a la forma de priorizar indicadores de desempeño en las IES y el desarrollo de este tipo de investigación permitirá establecer metodologías de investigación relacionadas con la identificación y la priorización de los principales KPI's orientados a las TIC que fortalezcan las áreas de competitividad dentro de las IES.

1.5.5. Implicaciones prácticas

- Este trabajo es importante ya que de implementarse de manera adecuada un sistema de fortalecimiento de las TIC en las IES públicas de la zona

conurbada de Tampico, Madero y Altamira derivado de un estudio de Análisis de Decisiones se incrementará la competitividad de las mismas.

- Este sistema de fortalecimiento de las TIC garantizará una correcta administración de los recursos tecnológicos educativos de dichas instituciones.

1.6. Alcances y limitaciones

1.6.1. Alcances

Dentro de los aspectos a alcanzar en la investigación se encuentran los siguientes:

- *El normativo*, debido a que se aplicarán los indicadores de desempeño, nacionales e internacionales, para incrementar la competitividad de las IES públicas de la zona conurbada.
- *El teórico*, además de considerar las bases de las TIC, de estrategias y competitividad empresariales, se incluirán bases de medición estadística, de modelos de Análisis de Decisiones y de Metrología para la evaluación y priorización de los indicadores de desempeño.
- *El estratégico*, ya que se busca que con sus acciones, el modelo de fortalecimiento de las TIC propuesto, incremente la competitividad de las IES públicas en la zona conurbada.

1.6.2. Limitaciones

Los aspectos que quedan fuera de la cobertura del presente trabajo son los siguientes:

- *El geográfico*, ya que el estudio abarca a las IES públicas de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira.
- *El tecnológico*, ya que se considerarán la infraestructura y los recursos tecnológicos con los que cuentan las IES públicas de la zona conurbada.

1.7. Organización del estudio

El tema de este trabajo incluye el área de conocimiento que tiene que ver con las tecnologías y recursos tecnológicos que deben de estar implementados y optimizados en las IES públicas así como la identificación y el estudio de los mecanismos e instrumentos necesarios para la correcta medición y ponderación de las TIC educativas a fin de contar con una retroalimentación adecuada de cómo éstas son gestionadas en dichas instituciones.

Entre las disciplinas que se encuentran involucradas en esta investigación están las relacionadas con la infraestructura y los recursos tecnológicos que deben estar implementados y optimizados en las IES públicas con el objetivo de incrementar la capacidad de transferencia de conocimiento así como la calidad educativa que ofertan.

También se consideran los diferentes modelos de aseguramiento de la calidad en sistemas de Educación Superior basados en las TIC, así como los distintos modelos de estrategias competitivas y de posicionamiento implementados por las IES públicas.

Otra área importante de estudio para esta investigación la constituyen los indicadores de desempeño enfocados a las TIC en las IES los cuales se seleccionarán en base a la opinión de los diferentes autores de la literatura considerada.

A continuación se enlistarán otros temas ajenos a las Tecnologías de Información que aportan elementos vitales para la presente investigación, tales como:

- La Probabilidad, para ponderar las diferentes opciones a elegir.
- La Estadística, para obtener registros de información histórica.
- Los Modelos de Análisis de Decisiones, para fundamentar las decisiones a seguir.
- La Metrología, para la nomenclatura, clasificación y selección de indicadores de desempeño.

Los temas anteriores nos permitirán abordar el problema de una manera interdisciplinaria y estructurada para lograr una mejor recolección y análisis de información y poder, de esta manera, establecer una propuesta de un modelo de fortalecimiento de las TIC para incrementar la competitividad de las IES públicas de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira basado en un sistema de indicadores de desempeño derivado del estudio de diferentes modelos de Análisis de Decisiones.

Antecedentes

En este apartado se hace una mirada a algunos de los factores que permearán durante el presente trabajo de investigación, los cuales son el concepto de la calidad en la Educación Superior, los modelos de aseguramiento de la calidad en

las universidades, los retos y los modelos de competitividad en las universidades y se concluye con los indicadores de desempeño en dichas instituciones.

La Calidad en la Educación Superior

La calidad educativa es un tópico que ha sido considerado por las universidades que pretenden ser líderes en cuanto a los servicios que ofertan. Es por ello que este rubro deberá de ser analizado en sus diferentes aristas y conceptualizaciones. No es sencillo determinar lo que se debe entender por calidad de la Educación Superior. Este término se acuñó en los años 80 y es determinado en gran medida dependiendo de las medidas gubernamentales que se apliquen de acuerdo al gobierno en vigor.

En la línea del tiempo, Astin en 1980 dijo que existen varias formas de definir el concepto de calidad educativa dependiendo en gran medida de los indicadores que se utilicen en su medición como pueden ser: la mística, la reputación, los recursos, los resultados y el valor añadido.

Una de las tipologías de nociones de calidad de la Educación Superior de más éxito es la propuesta en 1993 por Harvey y Green en la cual se contemplan cinco acepciones, las cuales visualizan a la calidad educativa en la Educación Superior como:

1. Condición excepcional (algo exclusivo de cada universidad así como a la superación constante).
2. Perfección o consistencia (la calidad de reducir o eliminar defectos).
3. Adecuación a una finalidad (cumple con las expectativas).
4. Entrega de valor por dinero (eficiencia en el uso de los recursos empleados).

5. Transformación (proceso de maduración personal de carácter integral).

De acuerdo al trabajo de Olaskoaga (2015), surgen dos líneas de investigación en cuanto a las nociones del concepto de calidad en Educación Superior. La primera de ellas se enfoca a encontrar evidencias empíricas que apoyen o refuten la hipótesis del contenido político de este término. La segunda línea se asocia al conocimiento de los factores que condicionan las preferencias de los profesores por unas u otras nociones de calidad educativa en niveles superiores. Existe una tercera línea que se concibe como una combinación de las dos líneas de investigación anteriores y proponen además una última línea de investigación en cuanto a la conceptualización del término de calidad educativa a nivel superior que está asociado con las opiniones, actitudes y preferencias de los profesores.

Los estudios de Rivera de Parada (2015) arrojaron que los elementos más importantes para la calidad educativa son:

- La consolidación de los cuerpos académicos.
- La organización institucional.
- Los recursos disponibles.
- El interés de los estudiantes.
- La combinación de todos estos elementos.

Así mismo, otros resultados colaterales de esta investigación muestran que en opinión de los docentes, las principales funciones de la universidad son las siguientes:

- El desarrollo de la ciencia
- La formación de profesionales
- La resolución de problemas.

Modelos de aseguramiento de la calidad en las Universidades

Uno de los aspectos que deben de considerar aquellas IES que pretenden la calidad en sus servicios es el de la accesibilidad a todos los recursos y asegurar que todos sus alumnos tengan las mismas opciones de acceder a ellos.

El modelo DUA surgido en 1984 considera las teorías y prácticas educativas de éxito y el desarrollo de medios digitales y tecnologías educativas para apoyar y mejorar el aprendizaje de los alumnos facilitándoles el acceso al currículum tradicional y a los contenidos a través de tecnologías y materiales didácticos. Según Alba (2015), este modelo ha sido valorado positivamente por los docentes y estudiantes pero adolece de elementos que permitan valorar los efectos en los procesos de enseñanza y aprendizaje de los estudiantes y uno de estos factores es la desigual presencia de las tecnologías en el nivel universitario. Por el lado positivo, el modelo proporciona múltiples formas de presentación de la información y permite incorporar recursos tecnológicos en la docencia universitaria. También es reconocido por proporcionar múltiples formas de acción y expresión de los aprendizajes enriqueciendo la capacidad de los alumnos para demostrar sus aprendizajes a través de diferentes actividades y formatos en la información. Por último, el modelo proporciona múltiples formas para la implicación y la motivación en donde las tecnologías son atractivas ya que aportan un repertorio de recursos y herramientas que permiten a los actores del proceso-enseñanza el ajuste de tareas de acuerdo a las preferencias y fortalezas de los estudiantes, es decir, cuida del aspecto de la flexibilidad.

Otro modelo que puede ser incorporado en las IES para que éstas potencien su calidad es el de Objetos de Aprendizaje (OA), el cual se basa en los objetos del conocimiento que surgieron en la década de los 70 y que en combinación con el concepto más moderno de la Programación Orientada a Objetos (POO), en donde se reutiliza el código para el desarrollo de software, dieron lugar a este modelo en

donde se considera al OA como una entidad, digital o no, que puede ser usada o referida durante un proceso de aprendizaje basado en la tecnología.

En el estudio particular de Marzal (2015) se demuestra que los OA son útiles en programas en donde se definen grupos-meta de estudio para la observación, consumo y comportamiento informacional y en donde los programas de alfabetización en información sean modulares, escalables y flexibles.

En México, las IES (tanto las universidades como los tecnológicos) están apostando cada vez más a los modelos de educación a distancia por las diversas facilidades que este modelo ofrece. Es por ello que el Gobierno Federal creó la Universidad Abierta y a Distancia de México (UnADM) de carácter pública y gratuita de acuerdo al Diario Oficial de la Federación el 19 de Enero de 2012, con una población estudiantil que cada vez más va en aumento. (Hoyos, 2015) afirman que uno de los retos más grandes de este tipo de IES que ofertan la educación a distancia es la de decidir entre las aplicaciones existentes en el mercado para la educación a distancia o bien generar su propia plataforma de educación en línea.

Retos y Modelos de competitividad en las Universidades

En cuanto a los modelos de competitividad y a los retos particulares que enfrentan las IES podemos considerar el caso español en donde Ferrer (2009) menciona cinco ejes de penetración del mercantilismo considerado por el autor como una privatización encubierta y en donde las universidades públicas son sometidas a intereses particulares.

Estos cinco ejes son los siguientes:

1. Uso de un vocabulario nada neutral, como llamar “clientes” a los estudiantes o “recursos humanos” al personal.

2. Competitividad contra eficiencia, donde se percibe que las universidades deben ser más guiadas por reglas de cooperación que de competencia.
3. Sesgos en la evaluación institucional, en donde se evidencia que un modelo de universidad basado en el compromiso social que es financiado mayoritariamente con aportaciones públicas ha de ser especialmente exigente con cada uno de los componentes de su comunidad y con la eficiencia de la institución en su conjunto.
4. Financiación privada, donde la igualdad de condiciones y oportunidades no se cumple en la praxis.
5. Desprestigiar a la universidad pública, donde magnifican las deficiencias de las universidades públicas con el objetivo de justificar las necesidades de cambios.

De acuerdo a la visión de Ríos (2015) se proponen las siguientes cuatro propuestas para que las universidades promuevan la generación de conocimiento como agente importante para la generación de competitividad:

1. Disponer de una adecuada infraestructura y gestión del talento humano para el desarrollo de la gestión de conocimiento.
2. Articular con exactitud el concepto de globalización y competitividad con sus oportunidades y riesgos para el desarrollo de capacidades y habilidades.
3. Desarrollo de alianzas estratégicas con las PYMES.
4. Realizar investigaciones enmarcadas en la verticalidad de cada rama de las diferentes ciencias.

A su vez, la autora estima que los retos más importantes que enfrentan las universidades tienen que ver con el fortalecimiento del desarrollo de las pequeñas y medianas empresas con herramientas que les permita la integración a la

creación del valor a través de la gestión del conocimiento y a la innovación. También las universidades deben de fomentar la investigación multidisciplinaria enfocándose en el diagnóstico del problema, la solución del problema, la aplicación de las soluciones y su divulgación a la comunidad académica.

Indicadores de desempeño en la Educación Superior

En 2005 se incluyeron por primera vez los indicadores de desempeño en el presupuesto de las universidades en México.

Por acuerdo del Colegio de Directores de Facultades y Escuelas se creó la Comisión Especial de Indicadores el 15 de Junio de 2012, conformada por 14 directores académicos y cinco funcionarios de la Coordinación de Planeación y Evaluación (CPPE) y esta Comisión generó un Catálogo Preliminar de Indicadores, con 187 indicadores distribuidos de la siguiente manera: 94 de docencia, 48 de investigación, desarrollo tecnológico e innovación y 45 de difusión, divulgación y extensión.

El manejo de los indicadores de desempeño, al ser métricas, es una rica fuente de análisis matemático, tales como el presentado por Altamirano (2015) en donde se aplicó el Proceso de Jerarquía Analítica (PJA) a la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) para la evaluación de la eficiencia institucional y que arrojó resultados interesantes como, por ejemplo, cómo se asigna el presupuesto de acuerdo al desempeño académico; además este estudio permitió hacer comparativos de las Dependencias de Educación Superior (DES) de acuerdo a la meta global, la eliminación de cuestionamientos políticos en la asignación de recursos, entre otros. La Figura No. 1.1 nos detalla los criterios para evaluar y seleccionar la mejor DES de la UAQ y en dichos criterios corresponden a indicadores PIFI (1.1, 1.2, ..., 6.1) y la matrícula de alumnos de cada DES.

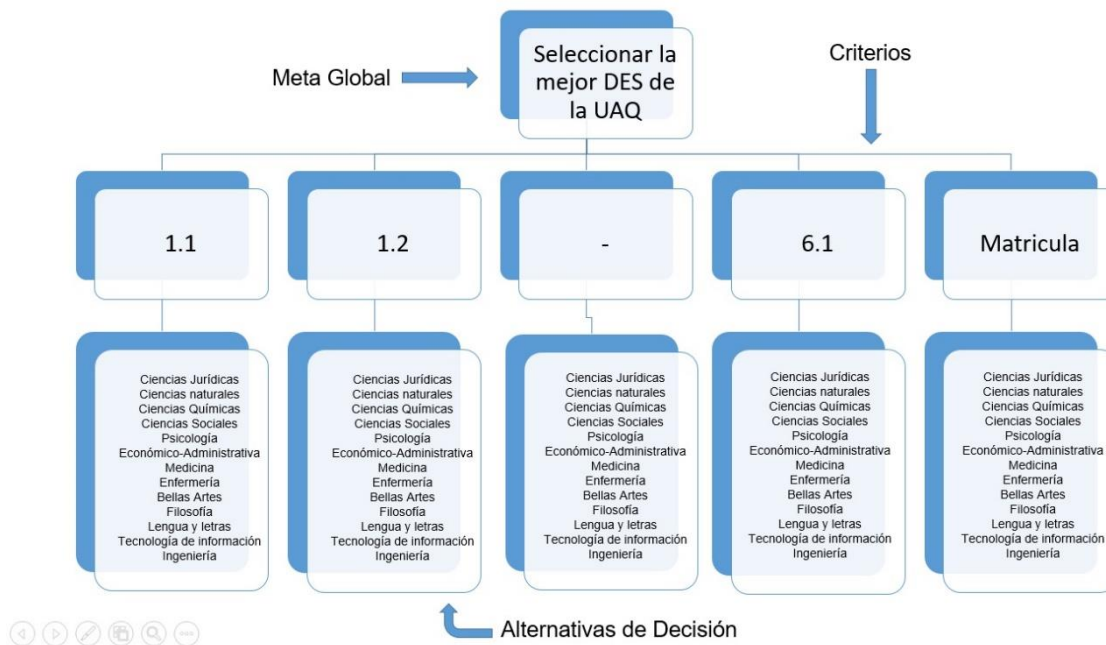


Figura No. 1.1. Jerarquía del Modelo de las DES de la UAQ.
Fuente. Altamirano (2015).

Por otro lado, entre los objetivos de la incorporación de indicadores de desempeño en las IES, Irigoyen (2015), se encuentran los siguientes:

- Servir de medios, instrumentos o mecanismos eficaces y eficientes para evaluar el logro de objetivos estratégicos e institucionales.
- Producción de información pertinente y válida para análisis de desempeño así como cumplimiento de objetivos en términos de productividad y
- Detección y prevención de desviaciones en el logro de los objetivos.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN (TIC)

2.1. Las TIC

En este apartado se observa que el concepto de las *TIC* puede ser considerado desde varias aristas, dependiendo de los entornos y de los tiempos. Este concepto puede variar o enriquecerse conforme se van suscitando los cambios tecnológicos y los ambientes políticos.

Por otra parte, las formas de clasificar dichas *TIC* también varían de acuerdo a lo que dictaminan distintos organismos internacionales y el tipo de aplicación tecnológica que se maneje o hacia dónde se quieran aplicar dichas tecnologías.

A continuación se muestran algunas de las conceptualizaciones y clasificaciones más comunes del término *TIC* y se termina con una definición particular del autor al respecto.

2.1.1. Conceptualización de las TIC

Uno de los primeros puntos que se deben de clarificar al momento de abordar un tema en específico es la definición de los conceptos fundamentales que integran dicho tema; por ello, es de relevancia especificar en este momento lo que se entiende por *Tecnologías de Información y Comunicaciones*, o, simplemente, *TIC*.

Otro aspecto importante antes de conceptualizar el término *TIC* es aclarar que los términos *tecnología*, *nuevas tecnologías*, *nuevas tecnologías de la información y la*

comunicación, o tecnologías de la información y la comunicación se han usado de manera indistinta.

De manera inusual, a pesar de que en la actualidad es un término muy común y que muchas personas hablan de ellas, resulta difícil definir el concepto de *TIC*, ya que existen muchas formas de percibirlas. Debido a la gran cantidad de definiciones existentes, Cobo (2009) realizó un interesante estudio tipo *benchmarking* para unificar los diversos criterios existentes sobre la conceptualización del término *TIC* y para ello recopiló lo que dicen más de 20 importantes organismos internacionales y entidades educativas acerca de este término. A continuación se mencionan algunas de las definiciones de *TIC* que obtuvieron una mayor aceptación en su estudio.

“Las TIC se definen colectivamente como innovaciones en microelectrónica, computación (“hardware” y “software”), telecomunicaciones y optoelectrónica - microprocesadores, semiconductores, fibra óptica - que permiten el procesamiento y acumulación de enormes cantidades de información, además de una rápida distribución de la información a través de redes de comunicación”.

“Herramientas que las personas usan para compartir, distribuir y reunir información para comunicarse entre sí, o en grupos, por medio de las computadoras o las redes de computadoras interconectadas”.

“Las TIC son las tecnologías que se necesitan para la gestión y transformación de la información, y muy en particular el uso de ordenadores y programas que permiten crear, modificar, almacenar, proteger y recuperar esa información”.

Por otro lado, podemos encontrar definiciones interesante pero más sencillas sobre el concepto de las *TIC* tal y como lo especifica Tello (2008) como un *“término que contempla toda forma de tecnología usada para crear, almacenar, intercambiar y procesar información en varias formas como datos, voz, imágenes, videos, multimedia y otras más que puedan surgir y que están íntimamente ligadas*

con las computadoras, el “software” y las telecomunicaciones y que tienen como objetivo mejorar y dar soporte a los procesos de operación para hacer competitivas y productivas tanto a las personas como a las organizaciones en el tratamiento de cualquier tipo de información”.

Inclusive algunos organismos internacionales como OCDE (2002) se han pronunciado al momento de definir el término *TIC* y lo especifican como aquellos *“dispositivos que capturan, transmiten y despliegan datos e información electrónica y que apoyan el crecimiento y desarrollo económico de la industria manufacturera y de servicios”.*

Así mismo, una de las facetas que se le pueden dar al concepto de las *TIC* desde el punto de vista educativo lo proporcionan Baelo (2009) afirmando que *“las TIC son una realización social que facilitan los procesos de información y comunicación, gracias a los diversos desarrollos tecnológicos, en aras de una construcción y extensión del conocimiento que derive en la satisfacción de las necesidades de los integrantes de una determinada organización social”.*

A continuación se proporcionan dos de las últimas concepciones que hacen referencia al término de las *TIC*, empezando por Vivancos (2013) que estipula que es *“el conjunto de códigos y dispositivos que intervienen en las etapas de codificación, procesamiento, almacenamiento y comunicación de la información en sus distintas formas: alfanumérica, icónica y audiovisual”.*

Un concepto más reciente es el de Roblizo (2015) quienes dicen que las *TIC* *“son un impactante y revolucionario fenómeno, técnico y social, que impregna todas las actividades humanas, laborales, formativas, académicas, de ocio y consumo”.*

Después de recopilar diferentes conceptualizaciones acerca del término de Tecnologías de Información se puede expresar en base a ellas la siguiente definición personal al respecto y entonces especificaremos que las *TIC* son:

“Todos aquellos sistemas, procesos, mecanismos o dispositivos que, trabajando conjuntamente, son capaces de generar productos y servicios, tangibles o intangibles, relacionados con el procesamiento, almacenamiento y comunicación de la información en todo tipo de ambientes y en todo tipo de formatos”.

2.1.2. Clasificación de las TIC

Posterior a la conceptualización de las TIC nos centraremos en las distintas formas de cómo se clasifican dichas tecnologías, en sus diferentes enfoques y de acuerdo a varios autores.

Dentro de su estudio, Cobo (2009) identificó tres categorías que contienen elementos distintivos de las TIC, las cuales son las categorías de *herramientas*, *de usos* y *de impactos*. Para la *categoría de herramientas* se establece que son los dispositivos informáticos que ejemplifican las TIC y son las computadoras, herramientas de comunicación, sistemas de celular móvil, sistemas de transmisión local, teleinformática, redes, teléfonos, servicios de comunicación satelital, entre otros.

Para la *categoría de usos* que tienen que ver con los procesos técnicos que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro, acceso y presentación de datos, información y contenidos. La informática y las telecomunicaciones, infraestructuras y redes de comunicaciones que convergen en una misma red. El desarrollo del diseño de arquitecturas de sistemas informáticos que posibilitan el acceso y la gestión de datos de forma rápida y segura, serie de nuevos medios que van desde los hipertextos, internet, la realidad virtual y la televisión por satélite, entre otros.

En cuanto a la *categoría de impactos*, que son los efectos o procesos sociales, están provocando profundos cambios y transformaciones de naturaleza social y

cultural, además de la económica. Estamos entrando a una nueva etapa de civilización humana llamada sociedad de la información y el conocimiento.

Habilitan la capacidad universal de acceder y contribuir a la información, las ideas y el conocimiento. Elevan la calidad del proceso educativo derribando las barreras del espacio y del tiempo. Han sido detonadoras del desarrollo económico de la sociedad, entre otros.

Por otra parte, la OECD (2005) proporciona una clasificación general de los productos TIC, los cuales se resumen en la Tabla No. 2.1.

Tabla No. 2.1. Productos TIC.

Equipos de telecomunicaciones, telefonía, fax, radio, televisión, receptores, radar, antenas, alarmas, cables
Ordenadores y equipos relacionados, equipos para almacenamiento y procesamiento de datos además de todo tipo de periféricos
Componentes electrónicos, circuitos integrados, displays
Equipos de audio y video, micrófonos, altavoces, auriculares, amplificadores, reproductores
Otros equipos, sensores, aparatos, radionavegación, aparatos médicos

Fuente: Elaboración propia basada en OCDE (2005).

Así mismo, este organismo internacional (OECD, 2007a) promulgó la siguiente clasificación de servicios TIC, los cuales se resumen en la Tabla No. 2.2.

Tabla No. 2.2. Servicios TIC.

Servicios de telecomunicaciones, portadores, telefonía fija y móvil, transmisión de datos, VPN
Servicios de internet, red y acceso
Servicios de consultoría, en el ámbito de las TIC
Diseño y desarrollo, <i>hardware</i> , <i>software</i> y sistemas
Servicios de alquiler, equipos, <i>hosting</i> e infraestructuras
Servicios de gestión, procesos de negocios, redes e infraestructuras
Mantenimiento y reparación, mantenimiento y reparación de equipos

Fuente: Elaboración propia basada en OCDE (2007a).

En cuanto a los proyectos TIC, éstos se pueden derivar tanto de los productos TIC como de los servicios TIC. Los proyectos TIC se obtienen a partir de los anteriores y se expresan en la Tabla No. 2.3.

Tabla No. 2.3. Proyectos TIC.

Diseño e implantación de redes, área local, área extendida, redes de radio y tv, telefonía
Sistemas de seguridad, alarmas, control y vigilancia
Sistemas audiovisuales, sonorización, paneles informativos
Sistemas informáticos, servidores, bases de datos
Sistemas de conexión a internet, conexión, portales <i>web</i> , intranet
Implantación de servicios, soporte a usuarios y proveedores
Aplicaciones informáticas, aplicaciones y dispositivos programables
Prototipos, construcción e integración de <i>hardware</i> y <i>software</i> , comercialización

Fuente: Elaboración propia basada en OCDE (2007a).

Existen otras formas de clasificar las TIC y en opinión de Olufemi (2016) éstas se pueden categorizar en los siguientes cinco grandes grupos:

1. *Enterprise Systems*, involucran la automatización de actividades con software integrado de aplicación y que facilitan el flujo de información entre todas las funciones de negocios dentro de la organización. Dentro de esta categoría se encuentran los sistemas *Enterprise Resource Planning (ERP I, ERP II o xRP)*, *Customer Relationship Management (CRM)* y los *Supply Chain Management (SCM)*.
2. *Information Systems (IS)*, que se caracterizan por funcionar en red y es donde la gente y/o las empresas pueden coleccionar, filtrar, procesar, crear y distribuir datos. Algunos de los ejemplos más comunes de este tipo de sistemas son los *Transaction Processing Systems (TPS)*, *Management Information Systems (MIS)*, *Decision Support Systems (DDS)* y los *Executive Support Systems (ESS)*.
3. *Tecnologías digitales*, se refiere a la habilitación digital de las transacciones y procesos dentro de las empresas. El *e-commerce* y el *e-business* son

ejemplos de esta categoría de TIC, los cuales se caracterizan por comprar y vender productos en sistemas electrónicos así como por Internet o redes de computadoras. El *e-commerce* se considera por lo general como el aspecto de ventas del *e-business* y a su vez se subdivide en *Business to Business (B2B)*, *Business to Consumer (B2C)*, *Business to Business to Consumer (B2B2C)*, *Consumer to Consumer (C2C)*, *Consumer to Business to Consumer (C2B2C)*.

4. *Sistemas de telecomunicaciones*, aquí se engloban al telégrafo, el teléfono, el *e-mail*, internet, *Local Area Network (LAN)*, *Wide Area Network (WAN)*, las *Virtual Private Network (VPN)*, entre otras. Involucra la comunicación a distancia en términos tecnológicos, particularmente a través de señales eléctricas u ondas electromagnéticas.
5. *Tecnologías de identificación y captura de datos y telemática*, que sirven para identificar objetos, colección de datos para su ingreso directo a las computadoras, todo esto con la ayuda del humano. Aquí se encuentran clasificados los *Portable Data Collection*, *Hand Held*, *Readers*, *Magnetic and Smart Card Readers*, *RFID* y otros.

2.1.3. Características de las TIC

En este apartado se observarán aquellas características y atributos que distinguen a las TIC. Una manera de considerar las características de las TIC lo proporciona Pons (2010) al manifestar que una de sus principales características es su rápida y acelerada velocidad de aparición en el mundo provocando con esto cambios fundamentales en muchos ámbitos de diversa naturaleza, incluyendo a las instituciones. Estas características se enfocan principalmente en controlar y gestionar el flujo de información, aunque en los últimos tiempos se han enfocado también en la generación y administración del conocimiento.

Una clasificación más completa de las características de las TIC, expresada por Grande (2016) se muestra en la Tabla No. 2.4 y en ella se distinguen nueve características:

Tabla No. 2.4. Características de las TIC.

Característica TIC	Descripción
Inmaterialidad	Se refiere a que la materia prima es la información y su forma de generarla y procesarla
Interactividad	Permiten al usuario una interacción total, el usuario decide la secuencia, cantidad y complejidad de la información así como los códigos para relacionarla
Instantaneidad	Rompe las barreras de temporales y espaciales de los países, así como la velocidad de acceso a la información
Innovación	Pretenden la mejora y el cambio y la superación cualitativa y cuantitativa, aunque en ocasiones esto reviste un problema asociado con el tiempo de asimilación de la misma
Calidad de imagen y sonido	Capacidad para consumir y transportar grandes volúmenes de información con la calidad y nitidez adecuada
Digitalización	Relacionada con la inmaterialidad y con la instantaneidad, ya que transforma la información codificada analógicamente en códigos numéricos, facilitando su manipulación y distribución
Influencia de procesos sobre productos	Afectan más a los procesos que a los productos, las TIC van más enfocadas a la potenciación de los procesos
Interconexión	Las TIC se interrelacionan aunque se presenten en forma independiente. Además tienen la capacidad de unirse con otras tecnologías y esto mejora el impacto de las TIC individuales
Diversidad	Desempeñan varias funciones simultáneamente e incorporan nuevo hardware

Fuente: Elaboración propia basada en Grande (2016).

En el aspecto de importaciones y exportaciones de las TIC en algunos países, Evren (2016) realizaron un estudio en donde se establecen tres tipos de métricas, las cuales son exportación de servicios de TIC, exportación e importación de TIC.

Las exportaciones de las TIC incluyen telecomunicaciones, audio y video, computadoras y equipo relacionado, componentes electrónicos, entre otros. Las importaciones de las TIC incluyen las importaciones de bienes de telecomunicaciones, audio y video, computadoras y equipos conexos.

Otra forma de analizar las características de las TIC es relacionándolas con la descripción de la tecnología utilizada. Chávez (2015) ilustran las características de las TIC de acuerdo a la Tabla No. 2.5.

Tabla No. 2.5. Características de las TIC.

Descripción de la Tecnología	Características de las TIC	Ambientes de aplicación
Sistemas de Información	Recolecta, procesa, almacena, analiza y distribuye datos e información	Todas las áreas de las organizaciones
Bases de datos	Coleccionar y almacenar datos para poderlos modificar, eliminar, buscar e imprimir	Bases de datos relacionales, orientadas a objetos y <i>datamining</i>
<i>Hardware</i>	Dispositivos físicos, circuitos, discos duros, impresoras, servidores	Sistemas de información y redes
<i>Software</i>	Programas o conjunto de instrucciones que hacer para procesar la información	Aplicaciones, sistemas operativos, herramientas
Redes	Conexión de dos o más computadoras para intercambio de datos y/o recursos	LAN, WAN

Fuente: Elaboración propia basada en Chávez (2015).

De igual forma, Montaña (2013) comenta que las características de las TIC van intrínsecas en ellas y que a su vez ellas mismas propician su uso y desarrollo y las clasifica de la siguiente manera:

- *Interactividad*, ya que existe una forma de comunicación entre la computadora y la persona. Aquí podemos generalizar o intercambiar el término computadora por tecnología.
- *Carácter multimedia*, es la integración de varios medios como la voz, música, imágenes, animaciones a través de dispositivos de audio y video.
- *Estructura hipermedia*, para navegar simultáneamente a través de una red.
- *Telemática*, para tener conexión bidireccional entre dos o más personas para compartir la información en todo momento.
- *Posibilidades colaborativas*, llevar actividades de forma dinámica, alternativa y adaptada.
- *Editabilidad y publicabilidad*, los recursos que nos ofrecen las TIC simultáneamente nos dan la posibilidad de publicar y compartir.
- *Accesabilidad*, nos ofrece que desde cualquier dispositivo móvil, poder obtener información de manera rápida y con un costo mínimo.
- *Dependencia tecnológica*, el aumento y utilización de las TIC nos lleva a adquirir dependencia de los recursos tecnológicos.

Podemos agregar una característica adicional que consiste en que las TIC por sí mismas tienen una naturaleza evolutiva y se autoexigen de una superación y actualización constante.

2.1.4. Las TIC y la sociedad del conocimiento

El concepto de *sociedad del conocimiento* ha tenido varias acepciones, sin embargo existe la idea generalizada de que este término considera el incremento del ritmo de creación, acumulación, distribución y aprovechamiento de la

información y del conocimiento, así como el desarrollo de tecnologías que lo han hecho posible. También se refiere a las transformaciones en las relaciones sociales, económicas y culturales debidas a las aplicaciones de los conocimientos y al impacto de dichas tecnologías. De igual manera se puede percibir como el desplazamiento de los conocimientos científicos y tecnológicos hacia los medios de producción y sistemas de innovación que generen como resultado productos, procesos o servicios que benefician a un grupo de personas en un mercado específico. Olivé (2006).

También se percibe que la *Sociedad del Conocimiento* es aquella en la que las condiciones de generación de conocimiento y procesamiento de información han sido impactadas por una revolución tecnológica centrada sobre el procesamiento de información, la generación del conocimiento y las TIC.

Dado que varios autores utilizan de manera indistinta los términos de “*Sociedad de la Información*” y “*Sociedad del Conocimiento*” es necesario establecer las diferencias de fondo entre los términos “información” y “conocimiento” y como lo señalan Sánchez (2009) la información se enfoca más hacia la acumulación de datos mientras que el conocimiento se centra en la comprensión de los mismos y esto tiene que ver con la interpretación y metacognición de lo adquirido a través de una adecuada selección de la información. Es por ello que podemos afirmar que la *Sociedad del Conocimiento* va más allá de la *Sociedad de la Información* y que toma las bases de las conceptualizaciones que se han hecho sobre de ella en el pasado.

Por otro lado, una de las instituciones internacionales que han abogado mucho sobre la influencia de las TIC en las *Sociedades del Conocimiento* es la Unión Europea, la cual ha estipulado los siguientes objetivos estratégicos:

1. Mejorar la educación y la formación de profesionales y formadores.
2. Desarrollar las capacidades necesarias para la sociedad del conocimiento.

3. Garantizar el acceso de todos a las TIC.
4. Aumentar la matriculación en los estudios científicos y técnicos.
5. Aprovechamiento máximo de los recursos.

De acuerdo a Sampetro (2015), la *Sociedad de la Información* puede ser llamada también *Sociedad del Conocimiento* y aporta además que dicha sociedad está formada por los elementos especificados en la Figura No. 2.1 y que esta sociedad da pie a tres efectos de manera simultánea los cuales son:

1. La mundialización que tiene que ver con la interdependencia cultural lo cual propia que las culturas rompan sus barreras de diferenciación entre ellas, acercándolas entre sí.
2. La deslocalización, que se puede considerar como un efecto secundario derivado del primero.
3. El aumento en la velocidad de la información, que sugiere adaptaciones de tecnologías cada vez más frecuentes.

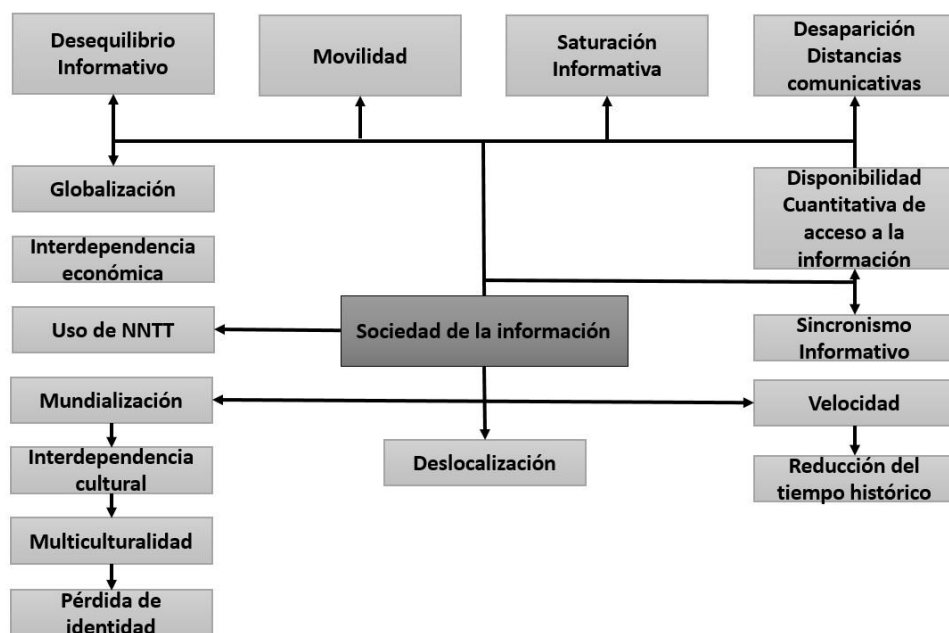


Figura No. 2.1. Elementos de la *Sociedad de la Información*.
Fuente. Sampedro (2015).

En cuanto a las nuevas tendencias e implicaciones de la *Sociedad de la Información* en el ámbito educativo de acuerdo a Pulido (2015) se encuentra una que establece que el profesor cambia su rol debido a que ahora es un gestor con acción importante sobre el estudiante y además es constructor también de su propio conocimiento ya que verificará de manera que exista una mejora y una innovación constante en el proceso de enseñanza.

En el mismo ambiente de Educación Superior se busca responder a las demandas de la *Sociedad del Conocimiento* y esto va más allá de la adquisición de tecnología y la oferta de programas, lo cual requiere intensificar los programas de capacitación, actualización y perfeccionamiento del profesor universitario y se enfoca al desarrollo de políticas para incrementar el acceso de la población estudiantil a los recursos de las TIC.

2.1.5. La integración de las TIC en la Educación Superior

La integración de las TIC es un proceso que en ocasiones resulta largo y tedioso y que con frecuencia es afectado por diversos factores, tanto internos como externos a la organización o dependencia que las desea implementar.

De acuerdo a Area (2005) existen cuatro clasificaciones de tipos de estudios para la *integración de las TIC* en los ambientes educativos, las cuales son los estudios de indicadores cuantitativos que describen y medien la penetración y uso de ordenadores en los centros escolares; los estudios sobre los efectos de los ordenadores en el rendimiento y aprendizaje del alumnado; estudios sobre las perspectivas y actitudes de los agentes externos (administradores y supervisores) y estudios sobre las prácticas de uso de los computadores.

La justificación de estudiar la *integración de las TIC* considerando los indicadores de desempeño es que nos proporcionan una idea sobre el porcentaje total de cobertura de las TIC en el plantel educativo. En cuanto a los estudios sobre los efectos de las TIC tienen que ver con otra medición, la cual es establecer el aprovechamiento o cómo ayudan las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje y justificar de esta manera el cumplimiento de este que es uno de los principales objetivos de las instituciones. En cuanto a los estudios sobre las perspectivas y actitudes de los agentes que participan en el proceso de enseñanza aprendizaje se busca medir el grado de aceptación por parte de los mismos y qué posibilidades reales existen sobre seguir en la tendencia de la utilización de las TIC; finalmente, los estudios enfocados a la medición de las prácticas de uso de las TIC tienen que ver con la explotación adecuada de los recursos tecnológicos que han sido integrados a los centros educativos.

Aprendizaje Electrónico (Electronic Learning o e-Learning)

Sin duda que las facilidades del uso de Internet han permeado en el sector educativo y a los niveles de Educación Superior; las Universidades cada vez más han optado por sistemas de educación a distancia o en línea para aprovechar dichas facilidades. Es por eso que surgen modelos de educación a distancia tales como el *e-learning*, los cuales se basan en la virtualidad y utilizan instrumentos y procesos para transmitir, producir, intercambiar información y conocimiento por medios electrónicos concentrados en el procesos de enseñanza-aprendizaje y que se encuentran apoyados por las TIC. Zambrano (2010).

La implementación del *e-learning* ha propiciado una variedad de modelos de enseñanza-aprendizaje en las IES, tales como el caso colombiano, donde Mejía (2016) sugieren un modelo basado en *e-learning* construido con los siguientes elementos:

- Interoperabilidad y calidad, el cual se debe observar desde el punto de vista de productos, procesos y el *e-learning* depende de los estándares internacionales.
- Aplicación de un modelo genérico de estándares, el cual depende de la visión que las IES tengan de cómo aplicar el modelo y de la normatividad vigente.
- Adaptación y adopción de un modelo genérico, se deben de considerar los estándares nacionales e internacionales para convertirse en un modelo de referencia que pueda ser implementado en varios escenarios. La Figura No. 2.2 nos muestra un modelo genérico de estándares en tres dimensiones: Tipos, entidades y dominios.
- Sistema de aseguramiento de la calidad, el cual a su vez considerará los subsistemas de evaluación, información y de fomento.

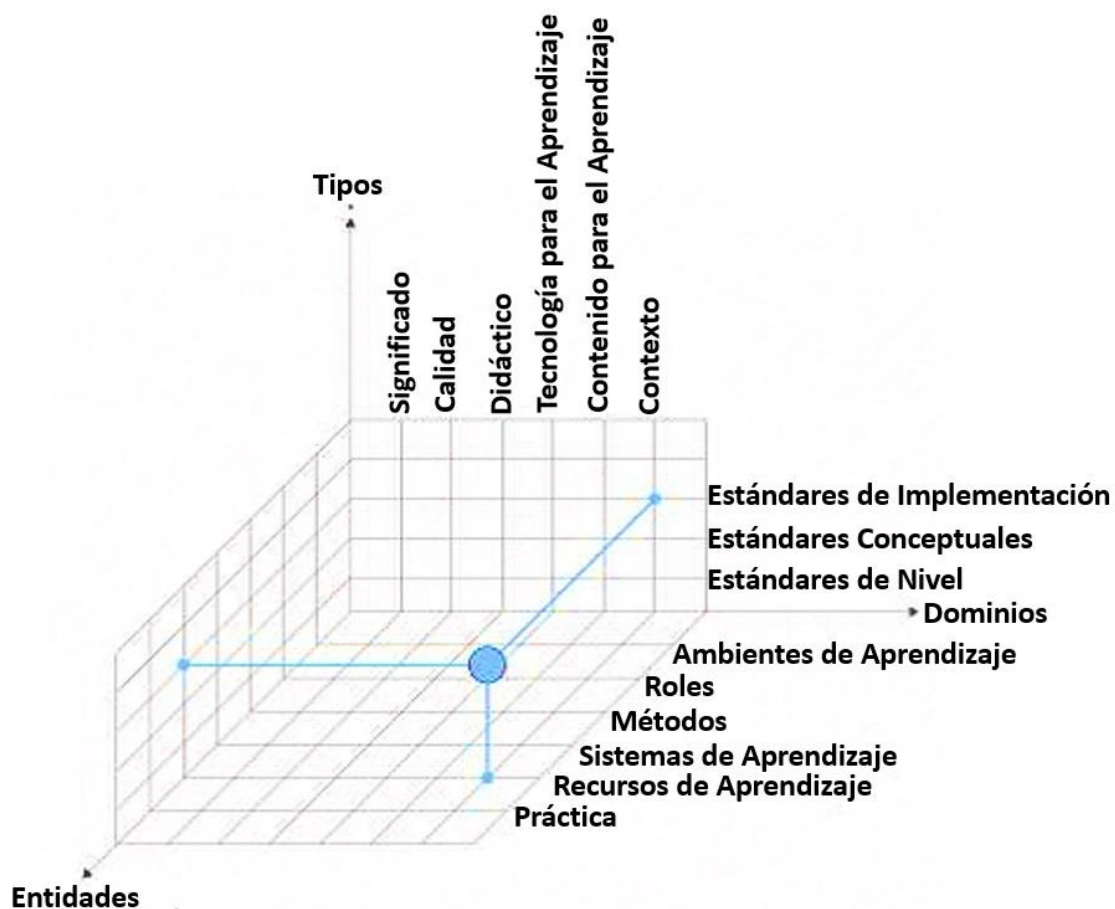


Figura No. 2.2. Modelo genérico de estándares para el e-Learning.
Fuente. Mejía (2016).

Aprendizaje Combinado (Blended Learning o B-Learning)

Uno de esos estudios que abarcan la integración de las TIC en la Educación Superior es el *blended learning* o *B-learning*, en donde se combinan o mezclan metodologías o formatos para lograr mejores resultados de aprendizaje y que de acuerdo a Gámiz (2014), se puede definir como la integración de elementos comunes a la enseñanza presencial con elementos de la educación a distancia por internet.

Este modelo surge para paliar algunos de los problemas presentados por el *e-learning* tales como:

- Falta de extensión en competencias tecnológicas
- Adaptación a nuevos métodos de aprendizaje
- Costos de adquisición para una infraestructura necesaria
- Pérdida y aislamiento en diferentes momentos del proceso formativo

Entre las principales implicaciones del *B-learning* son:

- Diversidad de oportunidades para presentar los recursos de aprendizaje y vías de comunicación entre tutor-estudiante y estudiante-estudiante.
- Los estudiantes podrán seleccionar los recursos formativos de diferentes medios (intereses personales).

La autora concluye que el *B-learning* aporta características suficientes para ser una experiencia motivadora, cooperativa y de fomento del autoaprendizaje, pero que es menester cuidar del diseño de las experiencias educativas que se desean desarrollar, así como tener cuidado de que el rol del docente deberá ser más dinamizador e interactivo en los procesos de aprendizaje.

Entornos de Aprendizaje Personal móviles (mPLE)

Otra manera de integrar las TIC en las IES es a través de los denominados *Ambientes Personales de Aprendizaje (PLE)*, en donde los estudiantes aprenden de manera informal y personal y estos espacios se presentan como alternativas válidas para superar las deficiencias en el uso de LMS institucionales. Humanante (2016) explotan la exhaustiva y exacerbada utilización de los teléfonos móviles de

los alumnos y crean en combinación con los *PLE* una nueva variante llamada *mPLE* (*Mobile PLE*).

Este *mPLE* se puede percibir como un conjunto de servicios móviles que facilitan al estudiante a llevar actividades de aprendizaje fuera del entorno institucional.

Básicamente la estructura que proponen los autores se centran en cuatro elementos que interactúan sobre un quinto elemento, denominado aprendizaje en la sociedad actual. Los cuatro elementos que circunscriben a este elemento y que le aportan datos para su integración son los siguientes:

1. Concebir al aprendizaje como un proceso permanente
2. Acceso a los recursos, herramientas y servicios de información
3. Formatos para presentar información
4. Niveles de interacción del estudiante

La Figura No. 2.3 nos muestra algunos elementos adicionales de la estructura de un *mPLE*.

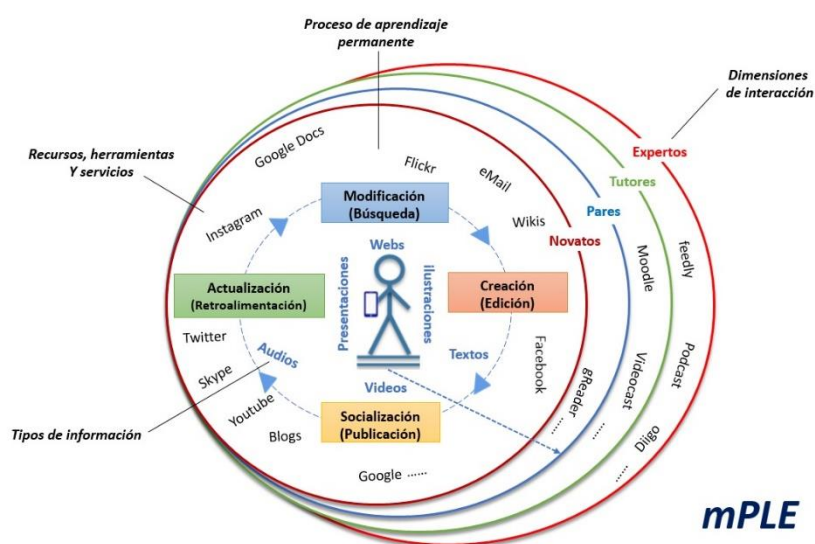


Figura No. 2.3. Estructura de un *mPLE*.
Fuente. Humanante (2016).

Modelo para elaborar programas de formación en el uso de TIC para las IES

En la revisión de la literatura se encontró el *modelo para elaborar programas de formación en el uso de TIC para comunidades de IES*, propuesto por Hernández (2001) el cual mantiene los siguientes ejes rectores:

- Proceso de intercambio (Relación entre la formación y producción de conocimiento, denominada características del usuario).
- Experiencias o saberes significativos (Objetivos y experiencias de aprendizaje, determinan el diseño del programa).
- Proceso cognitivo de quien lo recibe (Producción del conocimiento).
- Adquisición de formas de saber hacer o resolver problemas (Objetivo de la formación).

Según el proceso de producción de conocimiento las actividades a realizar pueden ser la búsqueda y recuperación de información, recolección, manipulación y análisis de información, generación y comunicación de conocimiento y docencia. Las cuestiones tecnológicas (redes o monousuario), el soporte, los programas y el equipo se deben tomar en cuenta al diseñar el programa. El programa puede ser modular o lineal y se debe probar previo a su aplicación y evaluación definitivas.

Éste es un modelo que entrelaza distintos elementos tales como objetivos de aprendizaje, docencia, formación, recursos tecnológicos, búsqueda y recuperación de información, producción de conocimiento, estados meta, experiencias de aprendizaje, ambiente, soporte, programas y equipo.

Las TIC en las IES

Actualmente se observa que el uso de las nuevas herramientas electrónicas, computacionales y redes en las TIC son imprescindibles dentro de las tareas educativas y éstas se han convertido en herramientas estratégicas para eficientar y optimizar los procesos enseñanza-aprendizaje. Es por ello que se busca la manera de adaptar dichos avances tecnológicos en las IES con prontitud ya que en la medida de que esa adaptación y absorción se implementen en las universidades, crecerá de manera proporcional la calidad de los servicios ofertados por dichas instituciones.

Tapia (2010) menciona lo expuesto anteriormente y concluye en su trabajo con cuatro puntos que lo refuerzan:

- Los cambios estructurales en la educación deben de incluir actitudes y modelos mentales.
- Clarificar los procedimientos y mecanismos gubernamentales, o sea, distribuir equitativamente el financiamiento y canalización de recursos tecnológicos en las áreas adecuadas.
- Fomentar la capacidad de liderazgo en los alumnos en los nuevos modelos educativos.
- Incluir en los contenidos temáticos.

Por supuesto que la integración de las TIC en las IES ha permeado inclusive a una variante de éstas como lo son las Universidades Politécnicas. En la investigación de Bermúdez (2008) se concluye que bajo este esquema de universidades éstas se comparan como cualquier empresa que se deben adaptar a los procesos de cambios científicos, tecnológicos y sociales, prestando atención a los procesos de innovación y aplicación de las TIC.

Es por ello que no sólo se debe de dar énfasis al *hardware* y *software* sino que también se deben de considerar el apoyo a la docencia en cuanto a su utilización, crear cursos de utilización de los nuevos recursos tecnológicos, tener actitudes positivas en cuanto al uso de las TIC y establecimiento de metodologías didácticas centradas en el aprendizaje y aplicación de técnicas de investigación en el aula así como la creación de modelos y metodologías para el correcto aprovechamiento de las TIC, concluyen los autores.

En México, se ha diversificado el uso de las TIC en las Instituciones de Educación Superior derivadas de:

- Visiones de organismos tales como la UNESCO, la OCDE, el Banco Mundial y la CEPAL.
- El plan Nacional de Desarrollo (2007-2012), Programa Sectorial de Educación 2007-2012 y la Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES).
- Propuestas de la UNAM a través de la Coordinación de Universidad Abierta y Educación a Distancia (CUAED).

De este último punto, se desprende un caso de éxito denominado Sistema de Universidad Abierta y Educación a Distancia (SUAYED) el cual es impulsado por el CUAED de la UNAM. La metodología del SUAYED incorpora las TIC como herramientas del proceso de enseñanza-aprendizaje. En este ambiente se utiliza la plataforma denominada Moodle y es donde es alumno logra desarrollar habilidades como disciplina, responsabilidad, administración de sus tiempos y desarrollar estrategias de aprendizaje de manera independientes, es decir, se convierte en un alumno autónomo. Díaz (2011).

En este sistema Moodle, alumnos y profesores se comunican a través de correo electrónico, mensajes, chats y foros de discusión.

En cuanto a las plataformas que soportan al SUAyED, se encuentran, además del Moodle, las siguientes:

- SIGEC, sistema colaborativo basado en WEB que aporta las herramientas especializadas para la modalidad a distancia.
- SAE, plataforma basada en WEB orientada a los docentes y tutores para planeación didáctica de cursos bajo los modelos presencial, distancia y mixto (B-Learning).
- CCObA, ambiente de trabajo colaborativo basado en WEB, bajo el modelo de referencia SCORM (especificaciones y estándares sobre el desarrollo de recursos y plataformas educativas) donde se construyen los Objetos de Aprendizaje (OA).

Barreras para el uso efectivo de las TIC

Al momento de la integración de las TIC se encuentran dificultades en la instalación o implementación de las mismas, tal como lo demuestra Hebatalla (2011) quien nos dice que existen tres principales obstáculos:

1. Resistencia al cambio
2. Actitudes de los maestros
3. Desarrollo profesional

De igual manera, el autor nos revela en las conclusiones de su estudio que las barreras para el uso efectivo de las TIC se deben a la falta de un plan claro en cuanto a esta tecnología y para ello se propone un plan de acción para garantizar el uso efectivo de esta tecnología, basado en dos grandes aspectos, el desarrollo profesional y el soporte técnico.

En cuanto al desarrollo profesional éste debe de ser parte de un bien diseñado plan de tecnología que requiere soporte de los administradores y líderes, los cuales deben de tener la visión de tecnología para dar el soporte adecuado al aprendizaje. También se deben calendarizar un número trabajos a largo plazo para mejorar las habilidades docentes en el uso de la tecnología y cómo desarrollar sus programas de estudio para integrar la tecnología al proceso de enseñanza.

En cuanto al soporte técnico es importante proporcionarlo a los técnicos y programar entrenamientos periódicos para mejorar las habilidades de los técnicos en el uso y trato con los problemas de las TIC. Se recomienda la compra de tecnologías específicas para lograr las metas de aprendizaje identificadas. Desarrollar un proceso de selección y uso de software adecuado de soporte para los objetivos de aprendizaje.

En otro orden de ideas, se puede observar que las IES primeramente tienen como objetivo la generación del conocimiento. Posteriormente, se agrega un segundo objetivo que es la innovación de la tecnología. En la actualidad, se ha creado el concepto de la Tercera Misión de la Universidad (3MU), el cual consiste en extender y combinar estos dos fuera del ámbito universitario. Galindo (2011).

Para que este 3MU tenga éxito se deben de cuidar dos aspectos:

- Potenciar la creación de redes estratégicas y
- Usar intensamente las nuevas tecnologías (wikis, blogs, redes sociales, Internet y la WEB 2.0).

El desarrollo y crecimiento económico, el incremento de la productividad y de la competitividad tienen su base en el triángulo del conocimiento, en cuyos vértices se encuentran la Educación Superior, la investigación y la innovación. Estos tres elementos se interrelacionan entre sí con algunas políticas, valores y actores, como se muestra en la Figura No. 2.4.

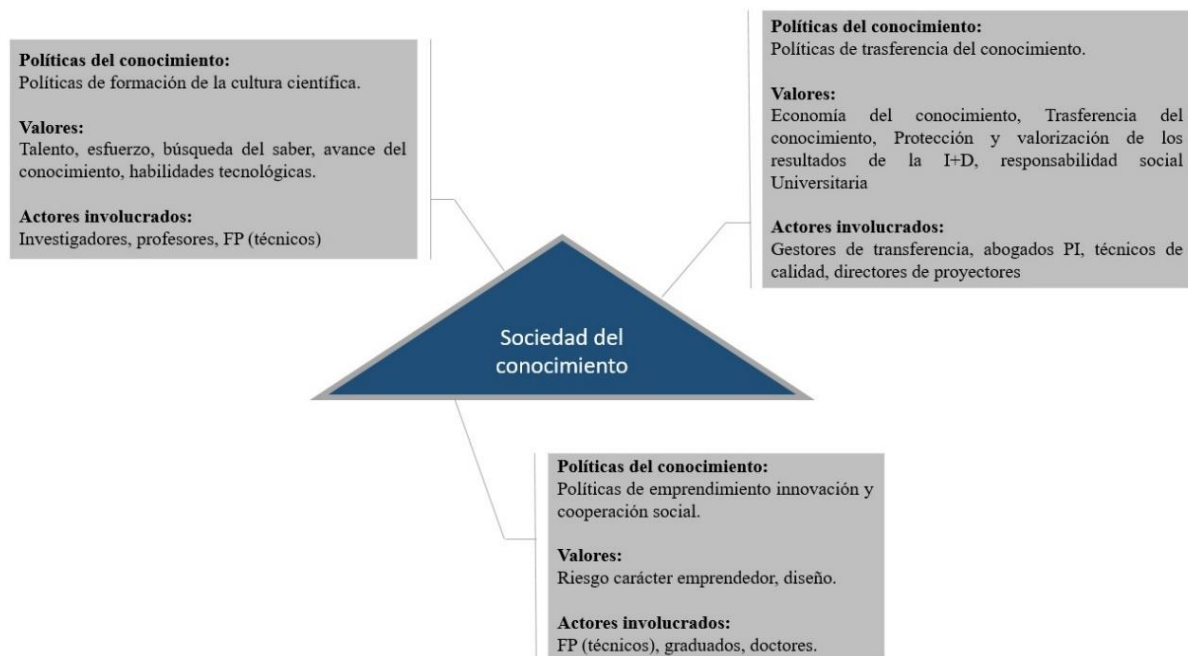


Figura No. 2.4. El triángulo del conocimiento y sus interacciones.
Fuente: Elaboración propia basada en Galindo (2011).

El nuevo reto que se le imputa a las IES exige la utilización de herramientas acordes a las nuevas necesidades, por lo que ha de dotarse de sistemas de gestión del conocimiento más adecuados, los cuales requieren la captación del capital intelectual de la Universidad mediante procedimientos de búsqueda y recopilación de productos tecnológicamente transferibles.

2.1.6. La Administración de las TIC

En este apartado analizaremos algunos de los enfoques que existen sobre la administración de las TIC. Uno de ellos es propuesto por Cano (2015) quienes tienen una visión de la administración de las TIC en cuanto al proceso de negociación internacional.

Las TIC han influido mucho en la manera de hacer negocios sobre todo a aquellos a los que se rigen por los entornos on-line. En el campo de la negociación y de los

intercambios comerciales se han logrado avances significativos gracias al Internet y a sus servicios colaterales, en donde se generan modelos de negocios conocidos como negocios electrónicos (*e-business*) y el comercio electrónico (*e-commerce*), en cuyo caso se planifican y desarrollan estrategias para los intercambios y se analizan las condiciones para las transacciones. Cabe señalar que el autor vislumbra la negociación internacional de las TIC con enfoques en la comunicación, en gestión de información y con un enfoque mixto. A manera de ejemplo se resume en la Tabla No. 2.6 las TIC que existen en el mercado para la negociación internacional con enfoque en gestión de información.

Tabla No. 2.6. TIC para la negociación internacional con enfoque en gestión de la información.

TIC	Funcionalidad	Herramienta comercial
Sistemas de gestión de proveedores	Evalúa la calidad y el desempeño de proveedores	SAP SRM, Procactis, Esize
Sistemas de Gestión de Relación con Clientes (CRM)	Evalúa la calidad y el desempeño de clientes	Netsuite CRM+, OnContact
Software para la construcción de escenarios	Análisis de información cualitativa y cualitativa en base a la teoría de juegos	Gambit, Game Theory Explorer
Sistemas de Soporte para Decisiones (DSS)	Apoya la toma de decisiones empresariales	Decisiones Oven, TIBCO Spotfire
Planeación de Recursos Empresariales (ERP)	Integrar y centralizar en tiempo real la información de las operaciones de la empresa	SAP Business One, Oracle JD Edwards, QAD, Sage ERP
Hojas de Cálculo	Gestionar información numérica y de texto en celdas	Excel, Lotus, Plan Maker, Ability Office,
Procesadores de Texto	Registro y consulta de información en documentos	Word, Word Perfect, TextMaker, Google Docs
Digitalización de texto e imágenes	Escaneo de documentos físicos	Capture Pro, QuickScan Pro, Acrobat
Traductores <i>on line</i>	Facilita la comunicación oral y escrita entre idiomas diferentes	Ortsbo, Google Translate, Babylon

Fuente: Elaboración propia basada en Cano (2015).

Una condición que se debe de observar en cuanto a la administración de las TIC es que no sólo compete a los especialistas informáticos sino que se debe de trabajar de manera conjunta entre los responsables del área informática, administradores, contadores, auditores internos y coordinadores de la organización.

Al momento de administrar las TIC en las organizaciones se debe de considerar que éstas pueden ser vistas desde las siguientes aristas de acuerdo a la investigación de Zapata (2016):

- Son componentes básicos de los sistemas de información.
- La organización de las TIC como unidad interna dentro de la empresa.
- Los servicios TIC que demanda el personal de la empresa.
- Se consideran activos o recursos estratégicos de la empresa.
- Se consideran también como inversión (ROI).

Al momento de decidir la estrategia para la gestión de las TIC se deberá de responder las siguientes preguntas claves:

- ¿Cuál es el rol estratégico de las TIC en el negocio?
- ¿Cuál es la configuración más adecuada de las elecciones técnicas?
- ¿Cómo se pueden coordinar efectivamente las acciones para proveer los servicios TIC?
- ¿Cuáles son las TIC que satisfacen los requerimientos del negocio?
- ¿Cuáles son los proyectos y las inversiones TIC prioritarios?

Por otra parte, y citando al mismo Zapata (2016), los aspectos críticos a considerar en el proceso de gestión TIC son los siguientes:

- El estudio del entorno tecnológico, político y socioeconómico que rodea a la empresa.

- Justificar el Sistema de Información (SI) basado en las TIC de acuerdo a las necesidades de la organización.
- Contar con una gerencia informática o un departamento de sistemas eficaz.
- Analizar el uso e impacto de la plataforma informática a utilizar.

La Administración de las TIC en las IES

En la Educación Superior se pueden observar tres procesos inherentes a la misma, los cuales son la docencia, la investigación y la extensión. De manera sencilla podemos decir que la docencia es aquella actividad prioritaria de las IES en donde se busca la transferencia tácita del conocimiento entre los actores del proceso enseñanza-aprendizaje. En cuanto a la investigación se dice que es la promoción de las actividades científicas y tecnológicas para desarrollar conocimiento y sobre la extensión diremos que es la manera de transferir los conocimientos, las prácticas y las experiencias hacia el entorno que rodea a las universidades.

Además existe, según Capanegra (2016) un cuarto proceso no menos importante que es la Gestión Institucional, que tiene que ver con el diseño armónico de los órganos, normas y procedimientos de las unidades académicas para brindar servicios con eficiencia y eficacia conforme a las necesidades propias de la institución. De manera conjunta, estos cuatro procesos producirán tres beneficios que inciden inobjetablemente en la calidad del producto final de las unidades académicas. Estos tres beneficios son la eficiencia, la transparencia y la responsabilidad social universitaria.

Para efectos del presente trabajo se considerarán solamente los procesos de gestión institucional y la enseñanza universitaria, los cuales se pueden cruzar con los tres beneficios mencionados anteriormente y obtendremos la Tabla No. 2.7

que contiene 24 variables TIC, las cuales deben ser medidas, valoradas y administradas con el objetivo de hacer más competitiva a la Institución.

Tabla No. 2.7. Variables TIC para ser administradas.

COMPONENTE	GESTIÓN INSTITUCIONAL	ENSEÑANZA
Eficiencia	Gestión académica electrónica	Entornos virtuales
	Mesa de servicios on line	Biblioteca digital
	Datawarehouse y datamining	Medios audiovisuales
	Gestión de Recursos Humanos on line	Opinión on line
Transparencia	Actos administrativos on line	Gestión de concursos
	Seguimiento de expedientes on line	Plantilla docente
	Planificación electrónica	Wikis
	Portal económico financiero	Becas
Responsabilidad Social	Compras electrónicas	Aulas virtuales
	Redes sociales para la gestión	Videostreaming
	Implementación de bolsas de trabajo	Software on line
	Buzón electrónico	Recursos abiertos

Fuente: Elaboración propia basada en Capanegra (2016).

En el ámbito internacional de las universidades públicas, como el caso particular de Egipto Nivien (2014), éstas iniciaron estrategias hace cinco años, las cuales incluyen el mantenimiento de sus unidades de TIC que puedan ser implementadas en todas las IES a largo plazo. Si dichas estrategias quinquenales se sustentan no habría diferencias entre las normas y los reglamentos de un lado con la política. El ministerio de Educación Superior designó un 20% del presupuesto para el establecimiento de prototipos de TIC con la intención de que funcionen en el futuro. Este autor identifica tres factores que impiden la correcta distribución de dispositivos de TIC en las IES públicas de Egipto, las cuales son las leyes y regulaciones de las TIC, los mecanismos administrativos y de toma de decisiones y la estructura organizacional que se muestran en la Figura No. 2.5.

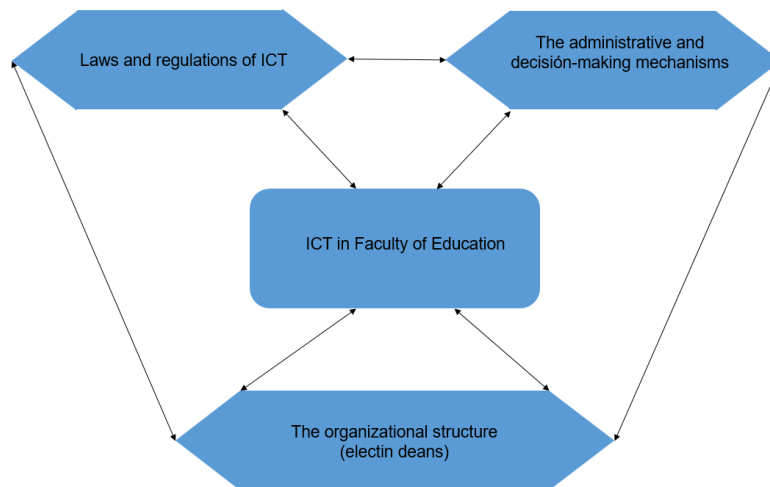


Figura No. 2.5. Barreras de la gestión de TIC en las IES públicas en Egipto.
Fuente: Nivien (2014).

Con el nuevo gobierno, que empezó en 2012, la nueva administración y distribución de las TIC en las IES se lleva a cabo de acuerdo a las nuevas exigencias que deben dar prioridad a los departamentos o unidades académicas que anteriormente no se hacía, lo cual habla de un cómo pueden influir un gobierno en la gestión de este tipo de tecnologías en la Educación Superior.

PLANEACIÓN ESTRATÉGICA

2.2. Planeación

Todos los días planeamos nuestras actividades. En algunas ocasiones estas planeaciones las hacemos de manera automática o intrínseca pero en otras ocasiones no. Esto depende principalmente de la priorización que hacemos a nuestro juicio de las actividades en sí. En otras palabras, continuamente otorgamos valores específicos a cada actividad y por lo regular resolvemos estas situaciones en ese orden de importancia. A continuación, expondremos algunas de las conceptualizaciones más aceptadas del término *planeación*.

Se define *planeación* como “el proceso y resultado de organizar una tarea simple o compleja teniendo en cuenta factores internos y externos orientados a la obtención de uno o varios objetivos”.

Gotees dijo que *planeación* “es hacer que ocurran cosas que de otro modo no habrían ocurrido”.

“Es la aplicación racional de la mente humana en la toma de decisiones anticipatoria, con base en el conocimiento previo de la realidad, para controlar las acciones presentes y prever sus consecuencias futuras, encauzadas al logro de un objetivo plenamente deseado”.

Ernest Dale dijo que la *planeación* es “la determinación del conjunto de objetivos por obtenerse en el futuro y el de los pasos necesarios para alcanzarlos a través de técnicas y procedimientos definidos”.

L. J. Kazmier dijo que la *planeación* “consiste en determinar los objetivos y formular políticas, procedimientos y métodos para lograrlos”.

De acuerdo a Aguilar (2000), se entiende a la *planeación* como un proceso que identifica las oportunidades de mejoramiento en la operación de las organizaciones con base en la técnica y en los planes para el aprovechamiento integral de dichas oportunidades.

Algunos de los conceptos más usados en la *planeación* son:

- Plan, constituye el marco general de la acción.
- Objetivo, resultado deseado hacia el cual se orienta una acción.
- Meta, resultado preferido, objetivo a corto plazo.
- Estrategia, proceso para determinar la asignación de recursos para lograr los mejores objetivos.
- Táctica, esquema específico para el empleo de los recursos asignados.
- Políticas, lineamientos o guías para llevar a cabo una acción para alcanzar un objetivo o meta.
- Diagnóstico, aprecia la situación actual.
- Pronóstico, aprecia cuáles serán los resultados sino se respetan las políticas.
- Control, conjunto de supuestos y esperanzas que se corroboran en el futuro.

2.3. Estrategia

Esta palabra proviene del latín *strategia*, que a su vez viene de dos términos griegos “stratos” (ejército) y “agein” (guía). Por lo tanto se dice que es “el arte de dirigir las operaciones militares”.

También se usa el término *estrategia* para referirse al “plan ideado para dirigir un asunto y para designar el conjunto de reglas que aseguran una decisión óptima en cada momento”.

Una *estrategia* es “el conjunto de acciones que se implementarán en un contexto determinado con el objetivo de lograr el fin propuesto”.

Una *estrategia* es “un plan que especifica una serie de pasos o de conceptos nucleares que tienen como fin la consecución de un determinado objetivo”.

Según Mintzberg, Quinn y Voyer (1997), *estrategia* es “el patrón o plan que integra las principales metas y políticas de una organización, y a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar. Ayuda a poner orden y asignar, con base tanto en sus atributos como en sus deficiencias internas, los recursos de una organización, con el fin de lograr una situación viable y original, así como anticipar los posibles cambios en el entorno y las acciones imprevistas de los componentes inteligentes”.

Según Johnson y Scholes (2001), *estrategia* “es la dirección y el alcance de una organización a largo plazo, y permite conseguir ventajas para la organización a través de su configuración de recursos en un entorno cambiante, para hacer frente a las necesidades de los mercados y satisfacer las expectativas de los clientes”.

Thompson y Strickland (1999) definen *estrategia* como “las acciones combinadas que ha emprendido la dirección y que pretende para lograr los objetivos financieros y estratégicos y luchar por la misión de la organización”.

A continuación se enlistan algunos de los tipos de *estrategia* más conocidos:

- Estrategia militar
- Estrategia empresarial
- Estrategias de enseñanza y aprendizaje
- Juegos de estrategia (Teoría de juegos)

2.4. Planeación estratégica

Una vez que se han definido los términos *planeación* y *estrategia* por separado, se puede llevar una concatenación de ambos para la creación de un nuevo término al cual se le denominará *planeación estratégica*.

Por supuesto que existen varias definiciones de dichos término, como por ejemplo, Mulhare (1999), define a la *planeación estratégica* como “una variedad de prácticas administrativas por las que la compañía trata de alinear las acciones con las metas”.

Otra forma de definir *planeación estratégica* es “la elaboración, desarrollo y puesta en marcha de distintos planes operativos por parte de la empresa con la intención de alcanzar objetivos y metas planteadas”.

“Es el proceso en el cual se fijan los propósitos, se definen las políticas, objetivos y estrategias en planes detallados para establecer una estructura organizacional que permita una continuidad en la toma de decisiones. Es el proceso de seleccionar las metas de una organización para determinar políticas y programas necesarios para alcanzar los objetivos específicos en camino a esas metas y establecer los métodos necesarios para asegurarse de que las políticas y los programas sean ejecutados”.

La *planeación estratégica* por lo general se hace a largo plazo, ya que es un intento de darle forma al futuro. Esto implica que parte de la visión del futuro deseado se tiene que formular ahora, en el presente.

Las organizaciones planean estratégicamente para cumplir las siguientes expectativas:

- Para incrementar sus posibilidades de supervivencia.
- Para mejorar su posición competitiva.
- Para incrementar su mercado común.
- Para ayudar a la organización a manejar mejor los efectos de las fuerzas externas.
- Para motivar a la gente clave dentro de la organización.
- Para considerar nuevas direcciones para la empresa.

En el trabajo de Castaño (2011) se pueden considerar cuatro aspectos de la *planeación estratégica*, las cuales son:

El primer aspecto de la *planeación estratégica* es que adopta distintos patrones de comportamiento de acuerdo a como se va desarrollando la empresa, como por ejemplo puede ir de un ciclo emprendedor a uno de planeación.

Un segundo elemento de la *planeación estratégica* tiene que ver con las concepciones subjetivas acerca de cómo se toman las decisiones acerca del futuro.

El tercer elemento de la *planeación estratégica* es que el emprendedor muchas veces estará ubicado en una posición en donde no es especialista y toma las decisiones en una diversidad de temas concernientes a la empresa tales como finanzas, insumos, ventas, marketing, RH, logística, entre otros.

El cuarto elemento de la *planeación estratégica* es la influencia de las redes sociales del emprendedor debido a que se encuentra rodeado de relaciones sociales en las cuales cada vez se encuentran más inmersas las organizaciones, sobre todo desde que se explota el concepto de la globalización.

En el ámbito de la Educación Superior, la *planeación estratégica* es considerada como una actividad crítica, orientada a mejorar sus funciones con eficiencia y calidad, que ha motivado distintos trabajos descriptivos y de análisis, donde algunos de ellos se han centrado en comparar diversos métodos con base en algunos planteamientos a fin de desarrollar un modelo integral. Ángeles (2012).

En la Figura No. 2.6 se muestra el modelo de análisis para la realización de un estudio hecho por el Ministerio de Educación y Ciencia de España encabezado por Josep M. Duart que representa cómo se toman las decisiones para la implementación de estrategias relacionadas con las TIC.

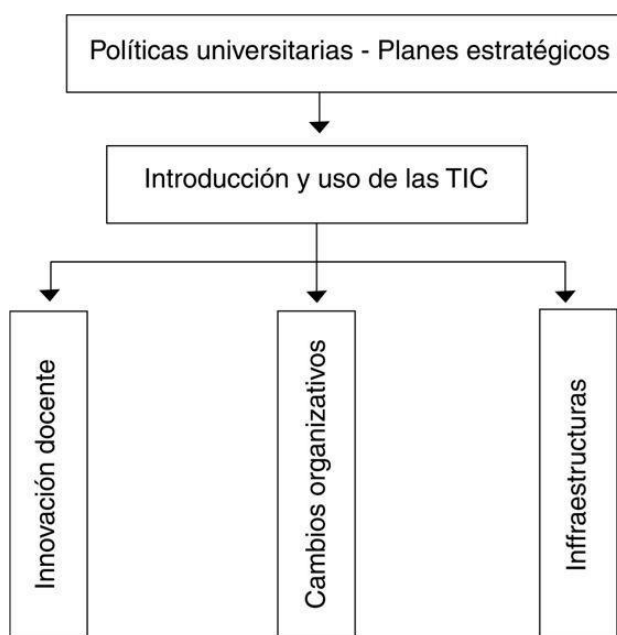


Figura No. 2.6. Modelo de análisis para decisiones estratégicas TIC en IES.
Fuente: Ángeles (2012).

2.4.1. Modelos de Planeación Estratégica

A lo largo de la historia se han desarrollado diferentes modelos de planeación estratégica. Los más conocidos son los modelos de Michael Porter, Henry Mintzberg, Peter Drucker, Kaplan Norton y el modelo del Océano Azul, los cuales describiremos a continuación.

Modelo de Michael Porter o Modelo de las cinco fuerzas

En el análisis del *modelo de las cinco fuerzas de Porter* se puede comprender la dimensión en la cual diversas variables delimitan el escenario y la participación de un producto en el mercado y lo que hace este modelo es crear una herramienta de gestión y análisis basada en los elementos básicos existen en el mercado los cuales son los competidores, los clientes, los proveedores, los productos sustitutos y los potenciales nuevos competidores. Aunque en el año 2008 el mismo Porter agregó una fuerza adicional, la cual es la del Estado y el Gobierno.

El modelo desarrollado por Porter, mostrado en la Figura No. 2.7, es una herramienta de análisis que permite determinar cómo una empresa puede construir una ventaja competitiva. Este análisis involucra los cinco elementos mencionados anteriormente. Este modelo es capaz de determinar la rentabilidad a largo plazo de un negocio o de un mercado en particular. Ramírez (2012).

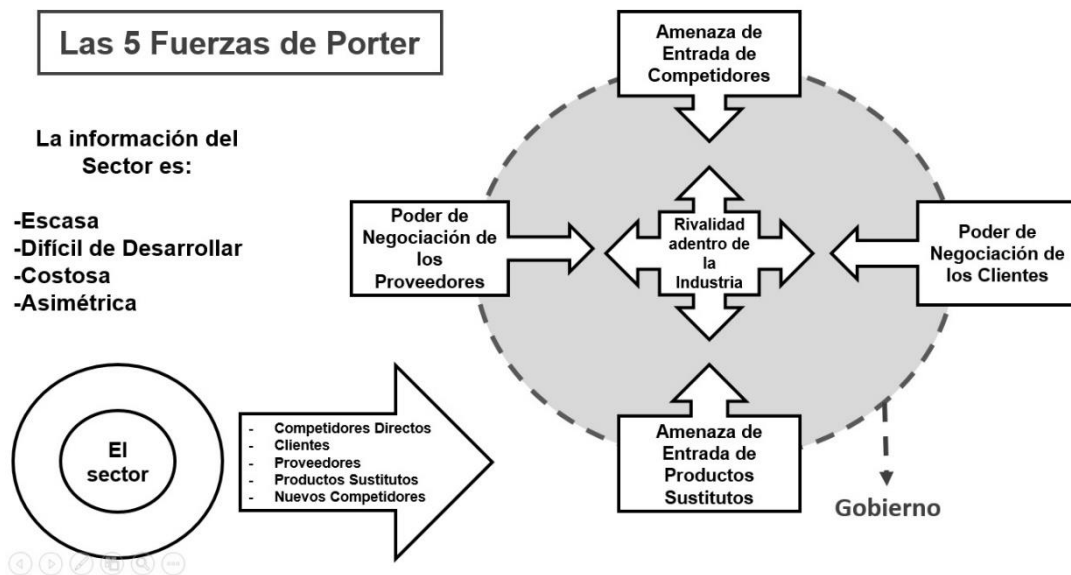


Figura No. 2.7. Las cinco fuerzas competitivas de Michael Porter y Gobierno.
Fuente: Ramírez (2012).

A continuación se explican, de acuerdo al propio autor del modelo, Porter (2008) las cinco fuerzas del modelo:

1. Amenaza de entrada de competidores, lo cual brinda una nueva capacidad y un deseo de ganar un mercado común que coloca presión en los precios, costos y el porcentaje de inversión necesario para competir. Particularmente cuando los nuevos competidores se diversifican en otros mercados se pueden aprovechar las capacidades existentes y los flujos de efectivo para competir.
2. El poder de los proveedores, los proveedores captan más valor para ellos mismos cargando precios altos, limitando la calidad de los servicios o cambiando los costos de la industria.
3. El poder de los clientes, pueden tener más valor bajando los precios, exigiendo una mayor calidad o más servicios (con el encarecimiento de los costos), luchando uno contra otro a expensas de la rentabilidad de la empresa.

4. La amenaza de los productos sustitutos, estos desarrollan funciones similares a los productos de la industria, pero con diferentes sentido. Siempre están presentes, pero pueden aparecer muy diferentes del producto de la industria.
5. La rivalidad dentro de la empresa, esta toma muchas formas familiares, incluyendo descuentos de precios, nuevos productos, campañas de publicidad y mejoras de servicios. La alta rivalidad limita la rentabilidad de una industria.

Modelo de Henry Mintzberg o Modelo de las cinco “P”

Henry Mintzberg (1978, 1991, 2005) postuló un modelo que también es llamado *Modelo de las cinco “P”*. Recibe este nombre debido a las cinco definiciones de estrategia como Plan, Pauta, Patrón, Posición y Perspectiva.

A continuación se explica en qué consisten las cinco definiciones de estrategia bajo este modelo:

1. Plan, es una especie de curso de acción conscientemente determinado, una guía (o varias) para abordar una situación específica, o sea que se tienen que elaborar antes de las acciones y se desarrollan de manera consciente y por ende, con un objetivo determinado.
2. Pausa, una empresa debe amenazar con ampliar la capacidad de su planta para intimidar a su competidor, en otras palabras, es mejor hacer este tipo de amenazas que la expansión en sí.
3. Patrón, se debe definir el comportamiento que deseamos para la organización, o sea, un patrón o un flujo de acciones. Aquí es donde aparecen las estrategias intencionadas y las estrategias elaboradas, las deliberadas y las emergentes, tal como se muestra en la Figura No. 2.8.

4. Posición, es localizar el medio ambiente de la organización, es su nicho económico o dominio del producto del mercado. Es una mirada hacia el exterior de la organización.
5. Perspectiva, esta mira hacia el interior de la organización con una visión más amplia. Es crear una ideología alrededor de la empresa.

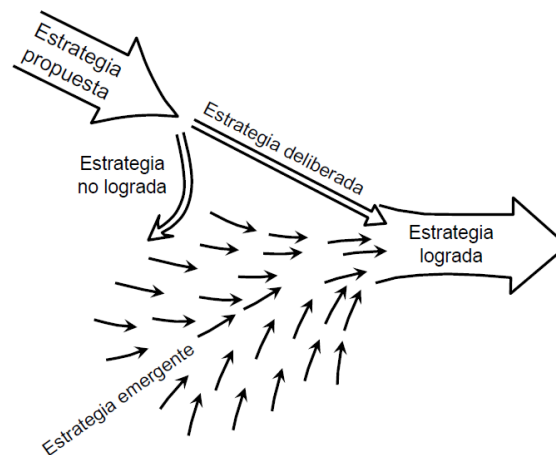


Figura No. 2.8. Estrategias deliberadas y emergentes.
Fuente (Mintzberg, 1978, 1991, 2005).

A manera de confirmación de lo anterior, Winkler (2016) nos dicen de manera resumida que este *modelo de las cinco "P"*, visualiza en primer lugar a la estrategia como una acción propuesta (**Plan**) e ignora la influencia del ambiente externo sobre la empresa. Por otra parte, de acuerdo al tema militar la maniobra puede ser una maniobra específica para vencer a su rival (**Pausa**). Una comprensión más flexible de estrategia es que la ve de acuerdo a su comportamiento (**Patrón**). Las otras dos formas restantes de ver a la estrategia corresponden a la localización del producto en el entorno (**Posición**) y a la estrategia como concepto dentro de la misma organización (**Perspectiva**).

Por supuesto que Mintzberg también es reconocido a nivel mundial por su trabajo de estructuras en las organizaciones en las cuales propone lo siguiente de acuerdo a Lunenburg (2012).

Las organizaciones se pueden medir básicamente en tres dimensiones, las cuales son:

1. La pieza clave de la organización, de la cual depende el éxito o el fracaso de la misma.
2. El mecanismo de coordinación para las actividades de la empresa.
3. El tipo de descentralización, o sea, en qué medida la empresa involucra a sus subordinados en el proceso de toma de decisiones.

La pieza clave de la organización se muestra en la Figura 2.9, la cual contiene los siguientes elementos:

- El ápice estratégico (strategic apex), que es la alta gerencia y su personal de apoyo.
- El núcleo operativo (operative core) que son los trabajadores que realmente llevan a cabo las tareas de la organización.
- La línea media o central (middle line) es de nivel medio y bajo gestión.
- La tecnoestructura (technostructure) que son analistas como contadores, ingenieros, planificadores, investigadores y administradores de personal.
- El personal de apoyo (support staff) son las personas que proporcionan servicios indirectos.

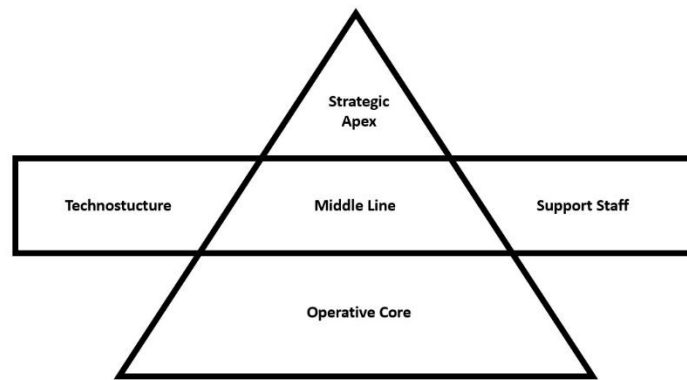


**Figura 2.9. Pieza clave de las organizaciones, Mintzberg (1992, 2009).
Fuente: Lunenburg (2012).**

Siguiendo en el análisis de la estructura organizacional de Mintzberg se considerará ahora el mecanismo de coordinación, el cual incluye lo siguiente:

- Supervisión directa, lo cual significa que un individuo es responsable de la labor de otros, o sea, es la unidad de mando y principios escalares.
- La estandarización del proceso de trabajo existe cuando el contenido del trabajo está especificado o programado.
- Normalización de competencias que existe cuando el tipo de entrenamiento necesario para realizar el trabajo especificado.
- La estandarización de la producción existe cuando los resultados de los trabajos son especificados.
- El ajuste mutuo existe cuando el trabajo es coordinado a través de la comunicación informal.

Finalmente, pueden existir tres tipos de descentralización, los cuales son:

1. Vertical, es la distribución del poder en la cadena de mando o autoridad compartida entre líderes y subordinados en cualquier organización.

2. Horizontal, es el grado en el que los usuarios que no son administradores (incluyendo el staff) toman decisiones o la autoridad compartida entre la línea central y el staff.
3. Selectiva, es la medida en que el poder de la toma de decisiones se delega a las diferentes unidades dentro de la organización.

Modelo de Peter Drucker o Modelo de Administración por Objetivos

La Administración por Objetivos (APO) es un modelo creado por Peter Drucker en 1954 que se define como un proceso por el cual los gerentes y subordinados de una organización identifican objetivos comunes, definen las áreas de responsabilidad de cada uno en términos de resultados esperados y emplean esos objetivos como guías para la operación de la empresa.

Se logran objetivos comunes y seguros que eliminan cualquier duda del gerente, al lado de una cohesión de esfuerzos orientados hacia los objetivos principales de la organización. Así, el desempeño esperado de un gerente debe ser reflejo de lo que se espera en cuanto a la realización de los objetivos de la empresa; sus resultados deben ser medidos por la contribución de éstos al éxito del negocio.

La Administración por Objetivos surgió como método de evaluación y control sobre el desempeño de áreas y organizaciones en crecimiento rápido, surgiendo así las ideas de descentralización y administración por resultados, tal como lo muestra la Figura No. 2.10.



Figura No. 2.10. Ejemplo de un Modelo de Administración por Objetivos APO
Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, de acuerdo a Levinson (2003) este modelo (*MBO*, por sus siglas en inglés) genera resentimiento y desconfianza entre el gerente y sus subordinados. A decir de este autor, la *APO* no define quién hace qué actividad, quién tendrá el control efectivo del proceso y cómo se vinculará directamente la remuneración con los logros individuales, por eso este autor cuestiona ¿los objetivos de quién?

Pero por otro lado reconoce que la *APO* es un buen intento de actuar de manera justa y razonable, de predecir el rendimiento y juzgarlo cuidadosamente y de ofrecer a los individuos una oportunidad para que se automotiven al permitirles determinar sus propias metas.

Modelo de Kaplan y Norton o Balanced Scorecard

También denominado *Balanced Scorecard* o *Cuadro de Mando Integral*, creado por Robert Kaplan y David Norton. Este modelo contempla los indicadores financieros del pasado con medidas futuras. Estos indicadores se derivan de la

visión y estrategia de una empresa desde cuatro aristas, las cuales son los clientes, la financiera, la del proceso interno y la de formación y crecimiento, tal como lo ilustra la Figura No. 2.11. (Kaplan y Norton, 1996).

Este sistema de gestión estratégica integral contribuye a transformar la visión y la estrategia en objetivos claros y luego en acciones concretas y esto lo consigue al formar un puente entre la estrategia, las acciones y el presupuesto.



Figura No. 2.11. Modelo de Kaplan y Norton.
Fuente: Leer (2014).

A continuación se detallan las cuatro perspectivas que conforman al modelo de Kaplan y Norton:

1. Perspectiva financiera, en donde se contemplan los indicadores financieros como objetivo final; estos indicadores no deben de ser sustituidos sino complementados con otros para tener una visión general de la empresa.
2. Perspectiva del cliente, aquí se identifican los valores relacionados con los clientes, que aumentan la capacidad competitiva de la empresa.
3. Perspectiva de los procesos internos del negocio, donde se adecúan los procesos internos de la empresa para la obtención de la satisfacción de cliente y conseguir altos niveles de rendimiento financiero.

4. Perspectiva del aprendizaje, aquí se analizan los elementos que son los que guían a las otras perspectivas.

Sin embargo, a pesar de las ventajas que tiene este modelo, (Fuentes, 2011) concluyen en su estudio que este modelo no responde al principio sistémico al momento de traducir la estrategia a objetivos específicos y no manifiesta la interacción de las partes que lo conforman como patrón organizativo.

Por otro lado, el modelo permite una retroalimentación que permite la revisión de la estrategia; así mismo, es versátil al momento de vigilar y ajustar la puesta en marcha de la misma así como hacer cambios fundamentales a la misma.

Modelo del Océano Azul

La estrategia del *Océano Azul* es que se caracteriza por la creación de mercados en áreas que no están explotadas en la actualidad, y que generan oportunidades de crecimiento rentable y sostenido a largo plazo.

A continuación se listan algunas de sus características:

- Crear un espacio sin competencia en el mercado.
- Hacer que la competencia se torne irrelevante.
- Crear y capturar demanda nueva.
- Romper la disyuntiva del valor o el costo.
- Alinear todo el sistema en las actividades de una empresa con el propósito de lograr diferenciación y bajo costo.
- Es el espacio desconocido y libre del mercado.

De acuerdo a Mendoza (2013), en la actualidad, los emprendedores ingresan y enfrentan mercados competitivos cada vez más fuertes y sostenibles y tienen la necesidad de desarrollar nuevas estrategias.

Luego se plantean resultados favorables a partir de la aplicación de estrategias modernas, como el caso del *Océano Azul*. El mercado está compuesto por la oferta y la demanda. Con esta estrategia la oferta está representada por la curva nueva de valor para el emprendimiento y por el lado de la demanda, obviamente está la demanda no existente. Se identifican las variables competitivas y se aplica una matriz ERIC para decidir qué variable se puede eliminar, cuál se aumenta, cuál se reduce y se genera una curva nueva de valor, lo cual se puede ilustrar en la Figura No. 2.12.

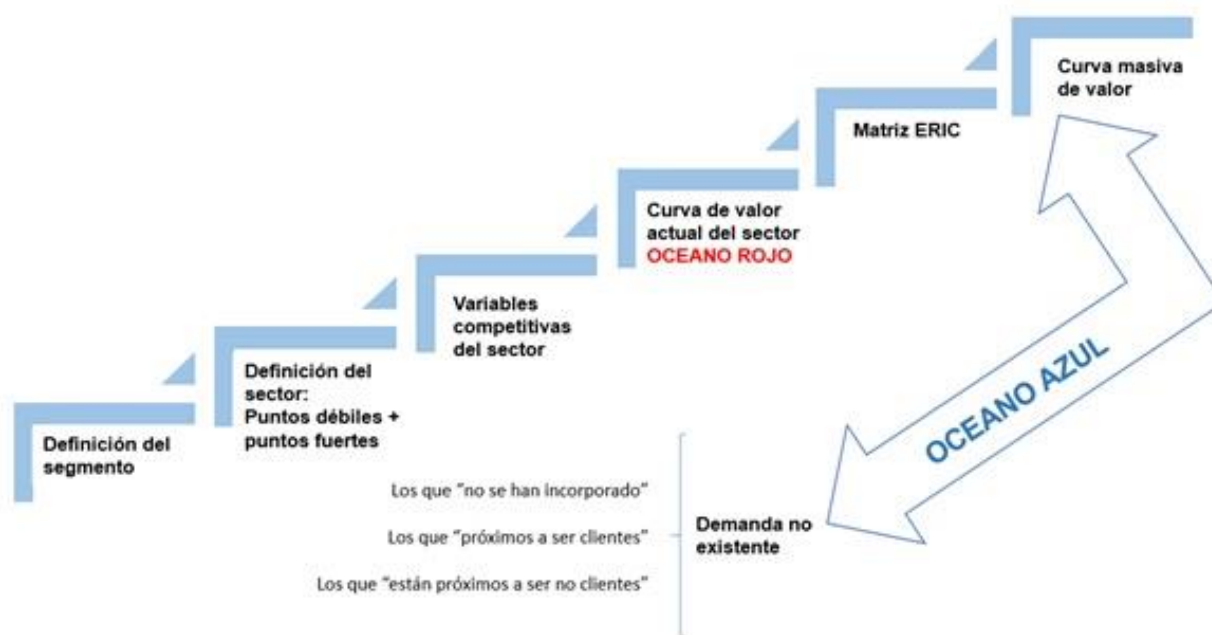


Figura No. 2.12. Modelo del *Océano Azul*.
Fuente: Elaboración propia basada en Mendoza (2013).

2.5. Competitividad en las IES

En cuanto a las estrategias o factores de competitividad que deben de observar aquellas IES que quieran diferenciarse en el sector educativo para convertirse en una opción atractiva para los alumnos aspirantes a ingresar a ellas.

Se puede citar la experiencia de Velázquez (2015) quienes proponen la medición de seis variables para la determinar el grado de *competitividad en las IES*, las cuales se especifican en la Tabla No. 2.8.

Tabla No. 2.8. Variables a considerar para medir la *competitividad en una IES*

Variable	Descripción
Misión y propósitos institucionales	Grado en que los miembros de una organización se identifican con la misma, es decir, la pertinencia.
Recursos y capacidades	Grado en que los recursos tangibles e intangibles se consideran una fuente de ventaja competitiva.
Diseño de la estrategia	Grado en que la estrategia permite alcanzar la misión y propósitos de la institución.
Implementación de la estrategia	Grado en que las estrategias son implementadas en la institución.
Análisis del entorno externo	Grado en que afectan a la institución los factores económicos, tecnológicos, sociales y políticos.
Análisis del sector competitivo	Grado en que la institución compite en el mercado.

Fuente: Elaboración propia basada en Velázquez (2015).

Es necesario acotar que dichas variables pueden ser medidas utilizando de preferencia una escala de Likert, que varía en cada uno de sus ítems desde lo más negativo hacia lo más positivo.

Una vez realizada la medición de dichas variables se procedió al análisis de las mismas con los siguientes resultados.

En la investigación de Velázquez (2015) sobre la Universidad Tecnológica Emiliano Zapata del Estado de México (UTEZ), concluyen los autores que para que esta institución conserve su ventaja competitiva es necesario que fortalezca más sus relaciones con universidades extranjeras, así como la subcontratación en actividades secundarias, ampliar su mercado y mejorar la satisfacción de sus clientes mediante innovaciones continuas.

También se recomienda que las IES realicen constantemente estudios FODA así como la observancia y seguimiento de las estructuras de sus cadenas de valor y considerar el análisis de las cinco fuerzas de Porter.

Por otro lado, en el caso particular de la Educación Superior en Colombia Herrera (2015) detectan tres factores que inciden en la *competitividad de las IES* alusivas al sentido de pertinencia, la cual debe evaluarse en función de la adecuación entre lo que la sociedad espera de las IES y lo que éstas hacen en realidad. Estos factores se describen a continuación.

1. En primer lugar se encuentra el carácter de bien público que se le da a la Educación Superior y este carácter debe prohibir la rivalidad o la negación en su prestación, en otras palabras, no es posible marginar a ningún usuario de este bien. El problema en este renglón es que la mercantilización del saber constituye grandes negocios de particulares que ofrecen servicios educativos.
2. En segundo elemento se relaciona directamente con la capacidad innata de la universidad de generar conocimiento y que debe de guardar relación de pertinencia con la solución de problemas económicos y sociales en general.
3. El tercer elemento mencionado por el autor tiene que ver con una autocrítica sobre la Educación Superior, es decir, retomar los orígenes y responder a la pregunta de ¿cuáles deben de ser las misiones y los campos de acción de las universidades? Para tratar de responder esta pregunta,

organismos internacionales como la UNESCO, el Banco Mundial, la OCDE se han pronunciado al respecto así como los gobiernos que han creado diferentes subsistemas de Educación Superior, por ejemplo en Colombia, fueron creadas las Instituciones Técnicas Profesionales, las Instituciones Universitarias o Escuelas Tecnológicas y Universidades. En el caso particular de México se crearon los Institutos Tecnológicos, las Universidad Autónomas, las Universidad Tecnológicas y las Universidades Politécnicas. Todos estos subsistemas de Educación Superior compiten entre sí y pueden considerar los planteamientos de ventajas competitivas expuestos anteriormente en cada uno de sus diferentes nichos de mercado.

Otro elemento que impacta en la *competitividad de las IES* es la cultura innovativa, la cual, según Castrillón (2013), tratan de dar explicación al fenómeno del manejo de las relaciones, valores, principios y costumbres que dan lugar a la actuación creativa e intuitiva dentro de las instituciones.

Para que se pueda dar esta cultura innovativa se necesita que se generen climas organizacionales que estimulen la creatividad, confianza en el personal y sobre todo, procesos innovadores; esto junto con el esfuerzo de los trabajadores de la organización la colocarán a la vanguardia de los avances tecnológicos.

Este estudio se realizó en dos universidades públicas de Guajira, Colombia y se analizaron seis ítems que son considerados por los autores como los indicadores de competitividad a observar en las IES bajo los siguientes cuestionamientos.

1. Creatividad, se observó que a las universidades les faltan elementos necesarios para ser creativos. Esta situación se puede soslayar respondiendo a los siguientes cuestionamientos: ¿A los empleados de la universidad se les estimula a ser creativos en la labor que desempeñan? ¿En la universidad se apoya a los empleados que aportan ideas innovadoras? ¿En las universidades se promueve a nuevos cargos a los empleados eficientes e innovadores?

2. Trabajo en equipo, se espera que las IES fluctúen entre tendencias medianas y altas. Para medir este indicador se puede hacer en base a las siguientes preguntas: ¿En la universidad se trabaja en equipo para lograr las metas propuestas? ¿El trabajo en equipo dentro de la universidad está orientado a buscar la eficiencia de la organización? ¿En la universidad se capacita al recurso humano para trabajar en equipo?
3. Confianza en el personal, se esperan tendencias positivas y este ítem puede ser medido a través de las preguntas: ¿En la universidad se respira un clima de confianza en el personal que allí labora? ¿Se les brinda a los trabajadores la confianza para desarrollar con autonomía sus labores? ¿La confianza es plena entre todos los empleados de la universidad?
4. Liderazgo innovador, es el grado de arraigamiento de prácticas, usos y costumbres en la institución. Para medir este indicador se plantean los siguientes cuestionamientos: ¿En la universidad se capacita a los empleados para asumir el liderazgo en los nuevos procesos que atraviesa la institución? ¿El liderazgo que ejercen los directivos fomenta el espíritu innovador en los funcionarios? ¿El liderazgo innovador de los directivos mejora los procesos institucionales?
5. Comunicación, mide los canales de comunicación en todas las unidades académicas y administrativas de la institución y es vital para el entendimiento y el trabajo en conjunto; se puede medir mediante las siguientes preguntas: ¿Existe excelente comunicación entre todos los empleados de la universidad? ¿La universidad se apoya en medios virtuales como mecanismo de comunicación? ¿El jefe se comunica constantemente con sus empleados de todas las dependencias?
6. Toma de decisiones, ¿En la universidad la toma de decisiones facilita el trabajo en equipo? ¿Se tiene en cuenta en la universidad el punto de vista de los empleados en la toma de decisiones?

DIRECCIÓN DE TECNOLOGÍA

2.6. Dirección

A continuación se mencionarán algunos de los conceptos relacionados con la palabra *dirección*.

Dirigir es “llevar algo hacia un término o lugar, guiar, encaminar las operaciones a un fin, dar reglas, aconsejar u orientar”.

Desde el punto de vista del proceso administrativo, el término *dirección* comprende la influencia del administrador en la realización de los planes, obteniendo una respuesta positiva de sus empleados mediante la comunicación, la supervisión y la motivación.

Administrativamente los elementos que componen al concepto *dirección* son:

- Ejecución de los planes de acuerdo con la estructura organizacional.
- Motivación.
- Guía o conducción de los esfuerzos de los subordinados.
- Comunicación.
- Supervisión.
- Alcanzar las metas de la organización.

Frecuentemente se puede confundir el concepto de liderazgo y *dirección*. Nos apoyamos en Pautt (2011) para encontrar la diferencia entre ambos y encontramos que el primero tiene que ver con lo que un líder hace dentro de la empresa y con su equipo de trabajo, así como sus logros mientras que el segundo

hace alusión a lo que hace un directivo dentro de la empresa, con su equipo de trabajo y los logros que tiene. Como se podrá observar son muy similares, pero la diferencia estriba en lo que es un líder y lo que es un directivo.

También el autor nos advierte que las empresas deben de encontrar un punto de equilibrio entre estos dos conceptos y que se debe de separar lo que se debe de liderar y lo que se debe dirigir. Además nos aporta que el objetivo principal de la *dirección* es la de mantener funcionando el sistema global de la organización, aún a expensas del bienestar de los empleados. Existen líderes que son gerentes y algunos gerentes son líderes; pero es importante señalar que el concepto de administrar es un concepto más amplio que liderar ya que éste se centra en temas comportamentales y no comportamentales mientras que el liderazgo solo se enfoca en los temas comportamentales.

2.7. Dirección de Tecnologías de Información

Debido a la gran velocidad de los cambios que se suscitan en el mundo de las tecnologías y a la complejidad con la que estas son creadas es pertinente advertir que las personas que se encargan de estas tareas de dirección de las TIC, en todo tipo de organización, deben de estar capacitadas y tener cierto perfil para poder ejercer este cargo.

En el caso de las universidades a lo largo de los años ha sido una práctica común que los docentes del área de Informática o de Computación sean los encargados de asumir el cargo de director o administrador de las TIC, o al menos, toman el puesto de encargado de los laboratorios de los centros de cómputo, ya que en la mayoría de los casos no existe la figura de Coordinador TIC. Se puede debatir sobre la situación que existe en muchas universidades en cuanto a que los docentes no deberían asumir este rol para no desatender sus cátedras y de esta

manera permitir la Institución contar con una persona que se dedique por completo a la dirección de las TIC.

De acuerdo a Romero (2013), las siguientes son las tres principales funciones que debe de ejercer todo director de las TIC y éstas se resumen en las Tablas No. 2.9, 2.10 y 2.11.

- Gestión de los recursos informáticos del centro.
- Asesoramiento, facilitación y administración de recursos TIC.
- Integración curricular de las TIC.

Tabla No. 2.9. Tareas seleccionadas por los docentes como responsabilidad del coordinador de las TIC como gestor de recursos informáticos.

Interlocutor del servicio de soporte y asistencia informática
Controlar y gestionar los servicios de la red local y la conectividad a Internet
Coordinar el uso de las aulas del centro
Asesorar en la elaboración de presupuestos para compra de recursos TIC
Participar en el diseño, creación y mantenimiento de la página web
Realizar el mantenimiento y solucionar los problemas en los equipos y en las aplicaciones
Realizar todo tipo de inventarios de las tecnologías

Fuente: Elaboración propia basada en Romero (2013).

Tabla No. 2.10. Tareas seleccionadas por los docentes como responsabilidad del coordinador de las TIC como asesor, facilitador y administrador de recursos TIC.

Asesorar en materia informática al resto de los docentes
Estudiar las necesidades de la Institución en materia de TIC
Acercar y facilitar a los docentes material curricular en soportes multimedia que se puedan incorporar a las planeaciones didácticas
Búsqueda y organización de los recursos TIC de la Institución (mediateca)
Proporcionar guías o tutoriales con instrucciones para realizar tareas específicas

Fuente: Elaboración propia basada en Romero (2013).

Tabla No. 2.11. Tareas seleccionadas por los docentes como responsabilidad del coordinador de las TIC como integrador curricular de las TIC.

Difusión del intercambio de materiales entre los docentes
Colaboración con los docentes en el diseño y adaptación de sus actividades para su enriquecimiento mediante el uso de la tecnología
Dar a conocer proyectos y experiencias de otras IES
Identificar áreas de aplicación de las TIC
Evaluar de manera conjunta con los docentes, los procesos que puedan ser enriquecidos con el uso de las tecnologías

Fuente: Elaboración propia basada en Romero (2013).

Otro punto de vista más clásico es el que nos proporcionan Rodríguez (2014) quienes aseguran que para la dirección de las TIC se deben de considerar cuatro etapas, denominadas:

1. Diagnóstico
2. Planeación y organización
3. Implementación
4. Control y evaluación

Ahora bien, para la etapa de diagnóstico, cuyo objetivo radica en determinar las necesidades de superación de los directivos en los contenidos relacionados con las TIC y que a su vez, para poder cumplir con esta etapa se deben de establecer las siguientes acciones:

- Elaborar y aplicar instrumentos de diagnóstico a los directivos.
- Analizar los datos obtenidos y procesamiento de la información.
- Ubicar y priorizar las necesidades de superación en las TIC que presentan los directivos.

La segunda etapa, la de planeación y organización, cuyo objetivo es planificar y crear las condiciones organizativas para el desarrollo de las acciones de superación sobre las TIC y se apoya en las siguientes acciones:

- Diseño del sistema de acciones a partir de las necesidades de aprendizaje que presentan los directivos, es decir, medir los niveles teóricos, de especialización y de sistematización.
- Elaboración de los programas, atendiendo al sistema de objetivos, el contenido y las formas de organización.

La tercera etapa, que es la de implementación, es la que introduce en la práctica las acciones diseñadas de acuerdo a los niveles detectados en la etapa anterior; incluye además la introducción dinámica de las acciones de superación. Las acciones por niveles permite la atender en particular las necesidades reales de cada directivo.

Finalmente, la cuarta etapa de control y evaluación va a obtener un juicio de valor acerca de la efectividad alcanzada por los directivos en el empleo de las TIC en la actividad de dirección, la cual cuenta con dos pasos:

- Control del empleo de las TIC en la dirección.
- Evaluación de las transformaciones operadas en la dirección a partir del empleo de las TIC.

Por otro lado, Soto (2014) proponen un instrumento denominado *matriz de caracterización de los procesos TIC* del cual surgen los siguientes siete ejes rectores que se deben de observar para la dirección de las TIC en las IES.

1. Estrategia y liderazgo
2. Fortalecimiento y acompañamiento
3. Evaluación y monitoreo

4. Infraestructura
5. Uso pedagógico de las TIC
6. Formación TIC
7. Gestión de contenidos

El primer eje, estrategia y liderazgo, muestra cómo la gran mayoría de las IES no contaban con acciones y políticas para los ejes y procesos TIC y, por lo mismo, no cuentan con proyecciones para su mejora.

El segundo eje, fortaleza y acompañamiento, tiene que ver con el índice de estrategias de acompañamiento a los procesos TIC.

El tercer eje, evaluación y monitoreo, valida el desarrollo en porcentajes de planes de acción y proyectos TIC acordes a las necesidades de las IES, aumento en las formaciones y en las experiencias significativas de los docentes.

El cuarto eje es el de la infraestructura, donde se miden aspectos como falta de control, usos inadecuados, falta de proyección de mantenimiento y sostenibilidad y políticas para uso y préstamo.

El quinto eje tiene que ver con el uso pedagógico de las TIC en donde las transformaciones proyectadas y generadas aquí están orientadas a un crecimiento en cuanto a proyectos TIC y la construcción y socialización de experiencias significativas en las TIC.

El sexto eje es el de la formación TIC donde se desarrollan estrategias de formación y se mide el nivel de apropiación de las TIC por parte de los docentes.

El séptimo y último eje es el de la gestión de los contenidos, el cual es un eje independiente que es incidido por el eje de formación ya que los productos de estas formaciones son los contenidos, sobre todo del tipo on line, y éstos se constituyen en los recursos que más generan los docentes dentro de las IES.

2.8. Optimización de tecnologías

Los gobiernos han considerado la importancia de usar las TIC para respaldar a sus administraciones públicas en todos los niveles de gobierno y se han enfocado también en los aspectos de la competitividad, en el crecimiento económico y en la productividad en base a estas tecnologías. Se puede tomar como ejemplo el caso de España, en donde el gobierno se ha preocupado por tener una mejora en su infraestructura de comunicación y ha implementado una administración electrónica para favorecer con mayor eficiencia y eficacia a la administración pública y a la prestación de servicios. De acuerdo al estudio realizado por la OECD (2012), este país ha priorizado dos aspectos en cuanto a su optimización de las TIC: mejorar su infraestructura de comunicación y llevar a cabo una administración sin papeles y a raíz de estos aspectos se resaltan los siguientes retos:

1. Garantizar que los recursos estén bien priorizados y que se asignen a las inversiones más rentables y convenientes. La inversión rentable puede garantizarse a través de una mejor gestión y regulación de los mercados y proveedores privados para coadyuvar a la gobernanza digital, mejorando los datos y los procesos de gestión e implementación de manera profesional de las TIC.
2. Aumentar el número de usuarios, cambiando así la atención de la oferta a la demanda de las TIC a fin de beneficiarse del rendimiento de inversiones anteriores, aprovechando las plataformas electrónicas para cosechar beneficios financieros.

Una vez definidos los retos anteriores, se debe considerar la manera de optimizar la infraestructura de comunicación y considerar el valor de la administración electrónica, para la cual se sugiere lo siguiente:

Fortalecer la gobernanza digital para armonizar los objetivos estratégicos en todos los niveles de gobierno, y en lo cual las TIC tienen injerencia para apoyar e

incrementar el impacto de la simplificación y modernización de varios sectores del gobierno. También se sugiere en este renglón que las políticas del gobierno se encuentren sustentadas en el uso de las TIC para mejorar e incrementar la repercusión de las políticas.

En este orden de ideas y de manera colateral, se debe de fortalecer el marco de la gobernanza y desarrollo de una estrategia específica de e-administración; así mismo se debe de justificar la implementación de una e-administración sobre cómo utilizar las TIC para el mejoramiento del ambiente empresarial.

Por otro lado, se debe de buscar la consolidación de las TIC gubernamentales y una forma de hacer es establecer una perspectiva pública común y para lograrlo es importante rechazar aquellos proyectos TIC que en forma global representen un poco valor o, peor aún, aquellos que no aporten beneficios.

Son necesarios contar con instrumentos de medición que identifiquen el valor añadido en el uso de las TIC.

Finalmente, es menester acotar que la consolidación de los servicios prestados por las infraestructuras de las TIC pueden garantizar la coherencia generalizada y la obtención de economías de escala en potencia. Ahora bien, la experimentación en forma de investigación y desarrollo a lo largo de los años a veces es seguida por una repentina y marcado aumento de la actividad innovadora que es típico del desarrollo de nuevas tecnologías OECD (2013).

El desarrollo acelerado de estas tecnologías se puede identificar con una metodología experimental que detecta fuertes aumentos en la frecuencia de las solicitudes de patentes en diferentes áreas. Esta metodología también indica que tecnologías tiene probabilidades de continuar en los próximos años.

El tiempo y la intensidad de la patente irrumpe en la tecnología en los primeros desarrollos ocurren generalmente en la patente que se abandonan a favor de la nueva tecnología. Dependiendo del campo, el paso de una tecnología puede llevar

a cabo de una manera continua (por ejemplo, el procesamiento de datos y de almacenamiento) o como el repentino surgimiento de tecnologías emergentes (como el caso de la Química y la biotecnología, el teléfono y la comunicación inalámbrica). La aceleración del desarrollo conjunto de pares de patentes a lo largo del tiempo muestra el grado en que surgen nuevos campos de las diferentes tecnologías.

La aceleración en el desarrollo de las tecnologías patentadas corresponde a los plazos, es decir, al tiempo caracterizado por un repentino y persistente incremento en el número de patentes solicitadas en ciertos campos de la tecnología. Por ejemplo, China incrementó las patentes en las TIC en la mayor parte de todas las economías a llegar a acuerdos comerciales regionales similares a los de Finlandia, Corea y Japón.

El nivel de especialización tecnológica cambia sustancialmente en las distintas economías y tecnologías. Los valores RTA para el periodo 2008-2010 sugieren que la mayoría de las economías en general son relativamente no especializadas en la mayoría de los campos de la tecnología, y que los valores medios están lejos de ser los de mejor desempeño.

Existen algunos casos de muy alta especialización con valores RTA de 5 o mayores: China en la comunicación digital; India en Química Orgánica; Singapur en la microtecnología y la nanotecnología. El índice de ventaja tecnológica se define como la proporción de patentes de una economía en un campo relativo de una tecnología en particular con respecto a la proporción de las patentes totales que tiene esa economía. Este índice es igual a 0 cuando la economía no tiene patentes en un campo determinado; es igual a 1 cuando la participación de la economía en el sector es igual a su participación en todos los campos. Este índice se calcula sobre solicitudes de patente presentadas en virtud de Tratado de Cooperación en materia de Patentes. OECD (2013).

LOS INDICADORES CLAVES DE DESEMPEÑO (KPI's)

2.9. Los indicadores de desempeño

Toda empresa u organización realiza múltiples actividades para lograr sus objetivos. Muchas de ellas las realizan de manera secuencial hasta la consecución de la visión general. Sin embargo, en ocasiones, dichos objetivos no se llegan a cumplir o sólo se cumplen de manera parcial y, es por ello, que dichas instituciones deberán buscar la causas por las cuales dichos objetivos no se alcanzaron, ya sea parcial o totalmente.

Toda actividad o gestión que se realice debe de ser medida o evaluada con el objetivo de establecer si se cumplieron con los objetivos previstos. Cuando las situaciones no son favorables, es menester checar las actividades de manera separada o aislada para identificar aquellas en específico en las cuales no se cumplieron las metas particulares establecidas.

Los indicadores de desempeño son instrumentos que proporcionan información cuantitativa sobre el desenvolvimiento y logros de una institución, programa, actividad o proyectos a favor de la población u objeto de su intervención, en el marco de sus objetivos estratégicos y su misión.

Por otro lado, la información obtenida a partir de los *indicadores de desempeño*, va a permitir a las instituciones compararse consigo mismas o con otras instituciones, a impulsar procesos de innovación educativa o académica, distribución de recursos conforme a prioridades, rendición de cuentas a las comunidades, a las instituciones públicas, a los organismos, al gobierno y a la sociedad en general.

2.9.1. Indicadores de desempeño para la Educación Superior

En el caso particular de la Educación Superior existen un sinnúmero de instrumentos que miden varios aspectos de sus funciones denominados *indicadores de desempeño*, que valoran diferentes servicios que ofrecen las IES y que deben de ser observados por los directivos de dichas instituciones en aras de focalizar la atención en puntos específicos donde estos indicadores señalen valores fuera de los rangos deseables.

Del interesante trabajo de Nolasco (2016) se observa que la incorporación de las TIC al sistema educativo en la actualidad deben de pasar por niveles progresivos, a saber:

- La “e-aptitud digital”, que tiene que ver con la certificación en el uso de las TIC por parte de los docentes. Para este rubro se deberán seleccionar indicadores que midan la disposición de la fuerza educativa para beneficiarse de las TIC.
- La “e-intensidad”, la cual requiere información sobre contenidos digitales y gestión de enseñanza innovadora coordinada por las TIC.
- El “e-impacto”, que es el uso y explotación de las herramientas TIC en sí. Se tomarán aquellos indicadores que tengan efecto en el desempeño académico y laboral, en la productividad económica y aprendizaje permanente.

Además, los autores proponen un sistema de indicadores de tres dimensiones para medir la incorporación tecnológica en las IES, el cual se resume en la Tabla No. 2.12.

Tabla No. 2.12. Sistema General de indicadores propuesto para medir la incorporación tecnológica en las IES.

Dimensión	Descripción	Variables	Dominio conceptual
Aceptación tecnológica	Acto de recibir el uso de la tecnología voluntariamente	Actitudes e intenciones y frecuencia de uso	Compromiso político, asociación público-privada, infraestructura, desarrollo del personal docente
Rutinización tecnológica	Institucionalización de la tecnología	Desarrollo de infraestructura administrativa, uso estandarizado, uso "normal"	Aprendizaje curricular
Infusión tecnológica	Incrustación profunda de la tecnología y sistemas de trabajo en la organización	Uso emergente, uso integrados y uso extendido	Participación, competencias y rendimiento, resultados e impacto, equidad

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

A continuación se ramificará este sistema para explicar los aspectos a evaluar en cada una de las tres dimensiones.

Las Tablas No. 2.13, 2.14, 2.15 y 2.16 nos muestran los indicadores a medir para la dimensión de Aceptación Tecnológica con cada uno de sus cuatro dominios conceptuales.

Tabla No. 2.13. Indicadores para medir el dominio de Aceptación tecnológica y Compromiso político.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Aceptación tecnológica	Compromiso político	Políticas sobre la importancia de las TIC para el futuro de la universidad
		Estudios sobre la calidad de la formación de especialistas TIC
		Porcentaje del gasto total en TIC en educación correspondiente al gasto corriente en TIC en educación
		Porcentaje del gasto total en TIC en educación correspondiente al gasto de capital en TIC en educación
		Porcentaje del gasto total correspondiente al gasto corriente en TIC en educación
		Porcentaje del gasto total correspondiente al gasto de capital en TIC en educación

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

La Tabla No. 2.14 se refiere a cómo pueden lograr las IES medir el grado de aceptación tecnológica desde la perspectiva pública y privada, es decir, se especifican los KPI's relacionados con el seguimiento de gastos de la IES, tanto de los gastos corrientes como de las inversiones privadas y extranjeras que se inyectan a la institución.

Tabla No. 2.14. Indicadores para medir el dominio de Aceptación tecnológica y Asociación público - privada.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Aceptación tecnológica	Asociación público - privada	Porcentaje del gasto corriente total en TIC en educación correspondiente al gasto corriente privado en TIC en educación
		Porcentaje del gasto de capital total en TIC en educación correspondiente al gasto privado de capital en TIC en educación
		Porcentaje de gasto corriente total en TIC en educación correspondiente al gasto corriente extranjero en TIC en educación
		Porcentaje de gasto de capital total en TIC en educación correspondiente al gasto extranjero de capital en TIC en educación
		Porcentaje del gasto corriente total en TIC en educación correspondiente al gasto total corriente privado y extranjero en TIC en educación

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

En la Tabla No. 2.15 se especifican los indicadores relacionados con la aceptación tecnológica en cuanto a su faceta de infraestructura, es decir, aquellos KPI's encargados de medir las bibliotecas, laboratorios y talleres que cuentan con servicio de internet dentro de las IES, así como una proyección de los alumnos que cuentan con equipo propio.

Tabla No. 2.15. Indicadores para medir el dominio de Aceptación tecnológica e Infraestructura.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Aceptación tecnológica	Infraestructura	Porcentaje de escuelas o facultades que cuentan con acceso a Internet
		Porcentaje de escuelas o facultades con licencias o suscripciones a bibliotecas científicas digitales
		Porcentaje de escuelas o facultades con licencias o suscripciones a laboratorios experimentales virtuales
		Relación alumnos/computadoras con conexión a Internet
		Número promedio de computadoras con conexión a Internet por escuela o facultad
		Porcentaje de computadoras de propiedad de los alumnos

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

En la Tabla No. 2.16 se especifican los indicadores relacionados con la aceptación tecnológica en cuanto al desarrollo del personal docente de la IES, en donde se miden el porcentaje de maestros que utilizan las TIC como herramientas docentes y docentes que cuenten con algún tipo de certificación en el uso de las TIC.

Tabla No. 2.16. Indicadores para medir el dominio de Aceptación tecnológica y Desarrollo del personal docente.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Aceptación tecnológica	Desarrollo del personal docente	Porcentaje de docentes certificados para enseñar conocimientos básicos computacionales
		Porcentaje de docentes certificados para enseñar conocimientos básicos informacionales
		Porcentaje de escuelas que cuentan con servicios de soporte técnico TIC
		Porcentaje de docentes certificados mediante programas de educación a distancia mediados por TIC
		Porcentaje de docentes que enseñan conocimientos básicos computacionales
		Porcentaje de docentes que enseñan conocimientos básicos informacionales
		Porcentaje de docentes que enseñan una o varias asignaturas usando recursos TIC
		Porcentaje de docentes certificados para enseñar una o varias asignaturas escolares utilizando recursos TIC
		Relación alumnos/docentes del área de conocimientos básicos computacionales (o informática)
		Relación alumnos/docentes que utilizan TIC para la enseñanza

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

La Tabla No. 2.17 nos muestra los indicadores a considerar para la dimensión Rutinización Tecnológica con su dominio conceptual que es el uso de las TIC en la Enseñanza – Aprendizaje.

Tabla No. 2.17. Indicadores para medir el dominio de Rutinización tecnológica y su dominio conceptual de uso de las TIC en la enseñanza – aprendizaje.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Rutinización tecnológica	Uso de las TIC en la Enseñanza –Aprendizaje	Porcentaje de alumnos que cuentan con acceso a internet en las distintas facultades y escuelas
		Porcentaje de alumnos con derecho a usar los laboratorios computacionales de las facultades o escuelas como medio auxiliar de enseñanza
		Porcentaje de escuelas y facultades que proporcionan correo electrónico a todo el personal docente
		Porcentaje de escuelas y facultades que proporcionan una cuenta de correo electrónico a todos sus alumnos
		Porcentaje de escuelas y facultades especializadas en áreas de TIC o capacitación en TIC
		Porcentaje de escuelas y facultades que cuentan con software educativo producido por la universidad para la enseñanza de asignaturas escolares
		Porcentaje de escuelas y facultades que cuentan con software educativo para la enseñanza de habilidades básicas de computación producido fuera de la universidad
		Porcentaje de escuelas y facultades que cuentan por lo menos con una unidad de software especializado

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

Las Tablas No. 2.18, 2.19 y 2.20 nos señalan los indicadores que se toman en cuenta para la dimensión de Infusión Tecnológica con sus tres dominios conceptuales.

Tabla No. 2.18. Indicadores para medir el dominio de Infusión tecnológica y la Participación, competencias y rendimiento.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Infusión tecnológica	Participación, competencias y rendimiento	Porcentaje de alumnos (por género) matriculados en carreras relacionadas con TIC
		Porcentaje de alumnos matriculados en grados que ofrecen enseñanza asistida por TIC
		Porcentaje de alumnos matriculados en grados en los que actualmente se enseñan conocimientos básicos computacionales
		Porcentaje de alumnos (por género) graduados de carreras relacionadas con las TIC en el último año académico
		Porcentaje de alumnos (por género) matriculados en programas de educación a distancia mediados por TIC
		Porcentaje de alumnos que completaron exitosamente un curso de conocimientos básicos computacionales (o informática) durante el último año académico

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

La Tabla No. 2.19 muestra aquellos KPI's que miden el dominio de infusión tecnológica en su faceta de resultados e impacto en las IES y es en donde resaltan la tasa de desempeño escolar en la enseñanza asistida por las TIC, alumnos que reciben enseñanza a través de métodos basados en las TIC y alumnos graduados en carreras relacionadas con las TIC.

Tabla No. 2.19. Indicadores para medir el dominio de Infusión tecnológica y los Resultados e impacto.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Infusión tecnológica	Resultados e impacto	Tasa de promoción de alumnos que cursan grados que imparten enseñanza asistida por TIC (por género, escuela y grado)
		Tasa de promoción de alumnos que cursan grados que no imparten enseñanza asistida por TIC (por género, escuela y grado)
		Tasa de desempeño escolar (por género, escuela y grado) en la enseñanza asistida por TIC
		Tasa anual de cambio del porcentaje de alumnos que completaron exitosamente un curso de conocimientos básicos computacionales respecto del año académico anterior
		Tasa anual de cambio del porcentaje de alumnos (por género) graduados de carreras relacionadas con las TIC respecto del último año académico
		Tasa anual de cambio del porcentaje de computadoras disponibles para uso administrativo
		Porcentaje de estudiantes matriculados en programas de extensión o capacitación para el empleo mediados por TIC fuera del sistema formal de educación

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

En la Tabla No. 2.20 se muestran indicadores del dominio de infusión tecnológica en cuanto a la equidad y se consideran algunos KPI's que miden el porcentaje de alumnos graduados en áreas relacionadas con las TIC respecto a la equidad de género así como el software adecuado para personas con capacidades diferentes utilizado por las IES.

Tabla No. 2.20. Indicadores para medir el dominio de Infusión tecnológica y la Equidad.

Dimensión	Dominio conceptual	Indicadores
Infusión tecnológica	Equidad	Número de alumnas graduadas en áreas relacionadas con las TIC por cada 1000 graduados varones
		Porcentaje de escuelas – o facultades- rurales que cuentan con enseñanza asistida por TIC
		Porcentaje de escuelas que usan software especializado para alumnos con capacidades diferentes
		Porcentaje de docentes mujeres que actualmente enseñan una o varias asignaturas utilizando recursos TIC

Fuente: Elaboración propia basada en Nolasco (2016).

2.9.2. Clasificación de los indicadores para la Educación Superior

Existen varios organismos que establecen los indicadores de desempeño que rigen a la Educación Superior. Uno de ellos es la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), que en 2007 estableció ocho indicadores básicos que hacen parte de cualquier tipo de medición relacionada con las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje, los cuales son los siguientes: Ávila (2011).

1. Proporción de escuela con radio para propósitos educativos
2. Proporción de escuelas con TV para propósitos educativos
3. Proporción de escuelas con una facilidad de comunicación telefónica
4. Relación de alumnos y computadoras
5. Proporción de escuelas con acceso a Internet (los cuales a su vez se subdividen en banda estrecha fija, banda ancha fija, o ambas)

6. Proporción de alumnos que tienen acceso a Internet
7. Proporción de alumnos matriculados por género
8. Proporción de profesores capacitados en las TIC

El Colegio de Directores de Facultades y Escuelas creó la Comisión Especial de Indicadores en el año de 2012, formada por 14 directores académicos y cinco funcionarios de la Coordinación de Planeación, Presupuestación y Evaluación (CPPE) y como resultado de varias sesiones de trabajo, se creó un catálogo preliminar de indicadores, el cual contaba con 187 indicadores, de los cuales 94 competían directamente a la docencia, 48 a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación y 45 eran para la difusión, divulgación y extensión.

Posteriormente, en el año de 2013, se instala el Grupo de Trabajo de Responsables de Planeación y Evaluación de Facultades y Escuelas para generar un Catálogo de Indicadores de desempeño a partir del catálogo preliminar. Este grupo quedó integrado por once representantes y escuelas de Educación Superior de la UNAM, UNAM (2013) y personal del CPPE. Este grupo tuvo sesiones de trabajo y conformó un catálogo de 50 indicadores, los cuales se aplican a ocho ámbitos, los cuales se muestran en la Figura No. 2.13.



Figura No. 2.13. Ámbitos de influencia de indicadores de desempeño.
Fuente: UNAM (2013).

2.9.3. Ejemplo de un indicador de desempeño

Los indicadores de desempeño se especifican en fichas técnicas, las cuales tienen la siguiente estructura:

- Cada indicador se identifica de la siguiente manera:
 - Definición del indicador
 - Fórmula de cálculo
 - Interpretación
 - Utilidad
- Para el cálculo de cada indicador se considera:
 - Niveles de desagregación sugeridos
 - Criterio estadístico
 - Fecha de corte para su cálculo
 - Fuente(s)
 - Observaciones

La Figura No. 2.14 nos muestra como ejemplo al primer indicador (1a) del formato utilizado por la UNAM, el cual es utilizado para determinar el porcentaje de carreras acreditadas y/o con evaluación diagnóstica.

Indicadores de desempeño para escuelas y facultades de educación superior de la UNAM	
DOCENCIA. EDUCACIÓN DE LICENCIATURA	
Carreras acreditadas y/o con evaluación diagnóstica	
Ámbito: Planes y programas de estudios	
Indicador 1a Ficha técnica	
Definición Porcentaje de carreras acreditadas o con evaluación diagnóstica.	Niveles de desagregación • Institucional • Por entidad académica
Fórmula de cálculo $\left(\frac{\text{carreras acreditadas y/o con evaluación diagnóstica}}{\text{carreras acreditables o evaluables}} \right) * 100$	Criterio estadístico El universo estará formado por todas las carreras-plantel que por tener una generación de egresados pueden ya ser objeto de un proceso de evaluación diagnóstica y/o acreditación.
Interpretación El valor del indicador muestra la proporción de carreras-plantel que han sido objeto de un proceso de evaluación externa por algún organismo del COPAES (acreditación) o por los CIEES (evaluación diagnóstica) y que cumplen con los requerimientos de calidad solicitados, teniendo como universo el total de carreras que ya cuentan con una primera generación de egresados.	Fecha de corte (sugerida) Diciembre para la estadística anual, o bien al inicio del ciclo escolar para establecer la relación con la población escolar atendida en las carreras acreditadas y/o con evaluación diagnóstica.
Utilidad La información que ofrece el indicador permite apreciar la calidad y el mejoramiento continuo de las carreras que imparten las facultades y escuelas bajo los criterios de evaluación que corresponden a estándares objetivos de pertinencia, eficiencia y eficacia aceptados por las comunidades académicas y profesionales correspondientes.	Fuente de información • Dirección General de Evaluación Educativa
Dimensión del desempeño Oferta educativa	Observaciones La acreditación es realizada por un organismo que pertenece al COPAES, única instancia validada por la Secretaría de Educación Pública (SEP) para conferir reconocimiento formal a favor de las organizaciones cuyo fin sea acreditar programas de educación superior, profesional asociado y técnico superior universitario, previa valoración de sus capacidades técnicas, operativas y estructurales.
Dimensión de calidad educativa Pertinencia/eficacia	La evaluación es realizada por los CIEES cuando los planes y programas de estudio no tienen un organismo en el COPAES que lo pueda acreditar.
Naturaleza sistémica del indicador Producto	Los CIEES son organismos de carácter no gubernamental, su misión fundamental es evaluar las funciones y los programas académicos que se imparten en las instituciones educativas que lo solicitan y formular recomendaciones puntuales para su mejoramiento, contenidas en los informes de evaluación, que se entregan a los directivos de las instituciones. Los niveles de evaluación son I, II y III.

**Figura 2.14. Porcentaje de carreras acreditadas (Indicador 1a).
Fuente: UNAM (2013).**

2.10. Mediciones y esquemas de medición

En la *teoría de la medición* se pretende dar un valor distintivo a un parámetro que cualifica a algún sistema o actividad y poderlo ponderar. Ese sistema o actividad puede ser parte de un sistema mayor.

La medición es el proceso en el cual se asignan números a los atributos de los objetos de acuerdo a una regla derivada de un modelo o teoría. Cem (2000).

Este mismo autor cree que la teoría subyacente a una medición debe de tener en cuenta al menos los nueve factores que se detallan a continuación.

1. El atributo que se va a medir, como puede ser la complejidad de un programa, la eficiencia de una máquina, o el grado de aceptación de un modelo.
2. El instrumento que mide el atributo, por ejemplo un reloj muestra cómo ha pasado el tiempo.
3. La relación entre el atributo y el instrumento, aquí se pueden plantear preguntas como: ¿Qué podemos esperar que suceda en el instrumento y porqué? ¿Cómo estamos seguros de que la lectura de los instrumentos es la correcta? ¿Qué mecanismo relaciona al atributo con el instrumento?
4. Los posibles efectos secundarios del uso de este instrumento para medir ese atributo, esto se puede medir verificando lo que ocurre cuando las personas se dan cuenta de que están midiendo algo y hacer que los números se interpreten correctamente.
5. El alcance de las mediciones, la cual se define probablemente en términos de lo que esta medida va a ser utilizada.
6. La escala adecuada para el atributo.
7. La variación del atributo, debido a que el atributo esta probablemente sujeto por sí mismo a fluctuaciones aleatorias.
8. La escala del instrumento.

9. La variación de las medidas realizadas con este instrumento, ya que pueden existir fluctuaciones en las mediciones y aquí es importante el manejo de errores.

2.10.1. Escala de medición compuesta (CMS)

Las escalas de medición compuesta (*Composite Measurement Scales, CMS*) han contribuido al mejoramiento de la medición de los complejos fenómenos físicos y médicos.

Los *CMS* buscan reducir el número de ítems o las dimensiones de un instrumento determinado. En el trabajo de Coste (1997) se buscó seleccionar y analizar publicaciones que usaran los términos “escala”, “cuestionario” o “indicador” que coincidieran con los términos “corto”, “acortado” o “resumido” en el título, keywords o abstract.

Las propiedades psicométricas evaluadas fueron de tres tipos de validez, como la validez del criterio, validez de contenido y validez del constructo, fiabilidad; y sensibilidad al cambio o a la capacidad de respuesta.

Se registraron varios aspectos de la metodología estadística, incluyendo el método usado de tipo multivariado, el tipo de modelado, el uso de factor de análisis y el uso de validación cruzada.

Los resultados de dicho estudio arrojaron las siguientes propiedades de un *CMS* original en la Tabla No. 2.21.

Tabla No. 2.21. Propiedades de un CMS.

Número de ítems	Mediano	
	No declarado	
Número de subescalas	Mediano	
	No declarado	
Propiedades psicométricas reportadas	Validez de criterio	
	Validez de contenido	
	Validez del constructo	convergente y/o validez discriminante
		análisis factorial y/o consistencia interna
	Confiabilidad	
	Sensibilidad al cambio	
Acortar el proceso	Enfoque metodológico primario	sólo enfoque basado en expertos
		sólo enfoque estadístico
		combinado
	Métodos basados en expertos	sin uso
		autores
		otros expertos en el campo
		voluntarios
	Métodos estadísticos	sin uso
		puntaje de correlaciones corta y larga
		factor de análisis

Fuente: Elaboración propia basada en Coste (1997).

2.10.2. Tecnología de Modelado de Mediciones (MMT)

Hablando del tema de “benchmarking”, una reciente edición de IEEE Software identificó una fuerte necesidad de mejorar la tecnología de medición. De hecho, existe una propuesta para adoptar convenciones de medición constantes y definiciones de procesos controlados por corporativos y se hace énfasis en la necesidad de contar con modelos consistentes de medición así como estándares.

Además, en la percepción de Lawler (2003), los actuales programas de medición sufren de una falta de métricas estándares que reduzcan la comparación de los

datos así como retrasos en el análisis de datos y disminución en la validez de los informes.

La única manera de evitar o solucionar estos problemas es que las empresas automaticen completamente sus programas de medición y que los integren directamente con sus herramientas de soporte de desarrollo de software y la *Tecnología de Modelado de Mediciones*, (*Measurement Modeling Technology*, *MMT*) aborda la necesidad de medición de software totalmente automatizado.

El *MMT* contempla los siguientes componentes de un programa de medición:

- Rigurosa definición tanto de las medidas atómicas que se recogen y las métricas (esto es, funciones de mediciones atómicas) para ser calculadas y reportadas. La definición rigurosa es un elemento esencial de estandarización.
- Definición de los enlaces entre las medidas y las herramientas de soporte de proceso de desarrollo que extrae o genera medidas atómicas (herramientas de administración de proyectos, registro de errores, herramientas de configuración).
- Integración automática de herramientas de desarrollo de procesos.
- Recopilación y almacenamiento de datos.
- Mecanismos integrados para la evolución del sistema de medición.
- Definición del modelo guiado de la estructura de bases de datos.

Se puede pensar en términos de fuentes de medición. Éstas pueden ser simples entidades pero podrían ser también archivos de manejo de configuración y bases de datos o herramientas de administración de proyectos.

La fuente de datos incluye una o más medidas atómicas (por ejemplo, una herramienta de administración de proyectos podría mantener datos que

pertenezcan tanto a proyectos como tareas). El *MMT* define las medidas atómicas en la Figura No. 2.15 en la cual el diagrama encapsula una medida de software con sus propiedades fundamentales de medición.

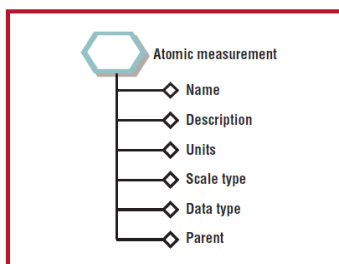


Figura 2.15. Propiedades de las medidas atómicas.
Fuente: Lawler (2003).

Los autores identifican estas medidas atómicas en el nivel más bajo de granularidad para soportar un amplio rango de cálculos métricos. Los ejemplos de medidas atómicas incluyen en un proyecto de control de fuente de datos a los trabajos planificados y a la duración planeada.

Para cada origen de medición se organizan medidas atómicas en grupos de medidas, cada cual corresponde a una simple entidad dentro de un origen de medición que tiene una o más medidas atómicas. Dentro de un origen de medición particular, se modela la relación entre grupos de mediciones en esquemas de medición, tal y como lo muestra la Figura No. 2.16.

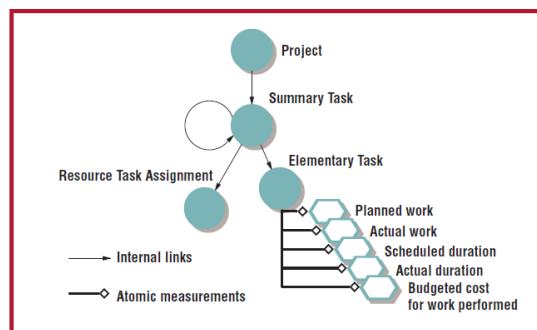


Figura No. 2.16. Esquema de medición.
Fuente: Lawler (2003).

MODELOS DE ANÁLISIS DE DECISIONES

2.11. Análisis de decisiones

Todos los días los seres humanos tomamos decisiones. Algunas de ellas las hacemos de manera inconsciente ya que este tipo de decisiones nos resultan fáciles de realizar o pueden ser rutinarias. Otras, sin embargo, requieren de una concentración mayor de nuestra atención, ya que por la naturaleza de las consecuencias de las mismas nos podrán provocar situaciones no deseadas en algún contexto determinado.

De acuerdo a Cardona (2011), la *toma de decisiones* es un proceso cognitivo que está relacionado con la resolución de una situación en la que se debe elegir una respuesta entre un gran número de opciones posibles, en un contexto determinado y que, para realizar este proceso es necesario conocer las circunstancias que demandan la respuesta, las diferentes opciones y las posibles consecuencias de cada una de las elecciones para su resolución.

Muchas de las decisiones que tomamos las hacemos de manera inconsciente, es decir, ni siquiera nos damos cuenta de que hemos elegido. Esto implica que en muchas ocasiones la toma de decisiones se haga de manera subjetiva y es por ello que debemos de recurrir a expertos en este tipo de campo, tales como Bindu (2016) quienes realizaron un estudio sobre el comportamiento financiero y el lado humano de la toma de decisiones de los inversionistas. A los encuestados se les preguntó si han seguido ciertas prácticas como la oración antes de una firma importante, si han tomado decisiones con frecuencia contradiciendo su pensamiento racional y lógico basado en una creencia o voz interior, si han creído en la función del destino de sus inversiones, si han experimentado una voz interior que les dé instrucciones sobre el curso del futuro de la acción y su capacidad para sentir que las cosas pueden ir mal antes de que realmente ocurran.

Un estudio realizado sobre los profesionales de la inversión, que persiguen diferentes trayectorias profesionales con diferentes tipos de personalidad, indican que aparte de todos los cálculos, las matemáticas y los estudios de mercado, existe un mecanismo de experiencia inexplicable e intangible que es operativa en el proceso de la toma de decisiones de los inversionistas, que puede ser denominado como la cuarta dimensión de la toma de decisiones.

Los autores proponen una serie de nueve preguntas para medir el grado de dimensión de la toma de decisiones, las cuales son:

1. Ofrecer oraciones antes de firmar un documento importante.
2. Creer que a pesar de todos los cálculos, las cosas pueden ir mal.
3. Experimentar una voz interior.
4. Sentir que una decisión anterior no se tomó correctamente.
5. Sentir que algo va a salir mal antes de que suceda.
6. Ignorar la información estadística y seleccionar otra alternativa.
7. Aceptar que el futuro tenía razón en cuanto a decisiones tomadas.
8. Participar en concursos.
9. Nunca cambiar de opinión, aún en segundas oportunidades.

Para calcular el riesgo y la *toma de decisiones* se deben de considerar los siguientes cuatro pasos:

1. Hacer el encuadre del problema
2. Modelar la decisión
3. Analizar e interpretar resultados
4. Comunicar resultados

Como en todas las ciencias es importante contar con su marco teórico en donde se encuentran las definiciones de los conceptos básicos que contiene el estudio de *análisis de decisiones*, tal como nos lo indican Kurhade (2016).

Riesgo, el cual es la probabilidad de decidir el método o las oportunidades para el mejor rendimiento. El objetivo de la evaluación del riesgo es para observar los efectos negativos y eliminar resultados adversos y tiene dos elementos:

- a) La probabilidad de ocurrencia de un evento negativo durante la operación y
- b) la consecuencia cuando un evento negativo ha tomado lugar.

Incertidumbre, es el estado de falta de conocimiento. Enfatiza que la elección de la toma de decisiones debe hacerse en base a conocimiento incompleto acerca de proyectos que no existen físicamente aún. La incertidumbre surge principalmente de tres tipos de errores:

- 1. Errores de datos, que son los errores relacionados con los problemas técnicos y se derivan de errores de muestreo y por lo general son errores humanos.
- 2. Errores de pronósticos, están relacionados con los eventos futuros.
- 3. Errores de modelo, es el error residual de la diferencia entre los valores observados y los valores del modelo. Ocurre por la imposibilidad de dirigirse hacia la perfección que representa el mundo real en un modelo matemático.

2.11.1. Evaluación de riesgo e incertidumbre

Para la evaluación de riesgo e incertidumbre se recurre básicamente a tres metodologías, las cuales son:

- 1. Análisis de escenarios, es la investigación de diferentes alternativas para la opción que funciona mejor con el mínimo riesgo. Es una herramienta básica

de evaluación usada para evaluar el riesgo y la incertidumbre acerca del futuro. Se pueden definir escenarios alternativos, sus criterios, impactos y riesgos. La toma de decisiones se puede hacer basada en escenarios que posean el mayor costo-beneficio y con riesgos mínimos.

2. Análisis de sensibilidad, usada para identificar si hay variables que contribuyan a una mayor incertidumbre. Las variables de entrada que tienen alta susceptibilidad para futuros pronósticos pueden medirse primero con un análisis más profundo y ser consideradas en la toma de decisiones.
3. La evaluación basada en la probabilidad no es sino la identificación de diversas incertidumbres y es puramente un método estadístico. Las funciones matemáticas de la toma de decisiones relacionadas con los factores se establecen primero y entonces las incertidumbres de las variables de entrada de esas funciones están cuantificadas y modeladas por distribuciones de probabilidad y sus parámetros estadísticos.

2.11.2. Marco para la evaluación del riesgo

Después de la identificación del riesgo se debe contar con un marco de trabajo para la evaluación de riesgo para la toma de decisiones, en el cual se incluyen los riesgos cuantitativos y cualitativos en la evaluación y se muestran en la Figura No. 2.17.

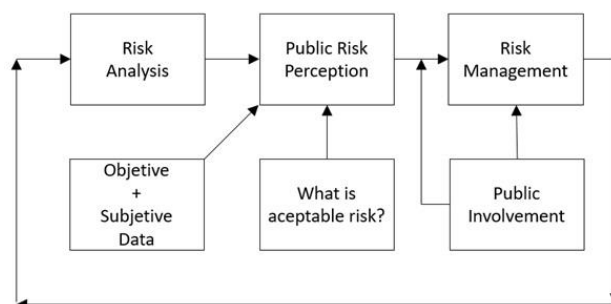


Figura No. 2.17. Marco para la evaluación del riesgo.
Fuente: Kurhade (2016).

El análisis de riesgo es la evaluación técnica cuantitativa y puede ser estimado por la probabilidad (P) de un evento de ocurrencia en un periodo de tiempo especificado y sus consecuencias. El riesgo es una función de probabilidad de ocurrencia y la magnitud (M) de las consecuencias $R = f(P, M)$.

La gestión de riesgos es el proceso final que se aplicará en el proceso de evaluación de riesgos para asegurar que los riesgos se mantienen a un nivel mínimo y que no tendrán efectos adversos. Es una parte de un proceso de toma de decisiones que implica la consideración de la información relacionada con el riesgo de desarrollar análisis y comparar y hacer tomar una decisión de solución adecuada. La Figura No. 2.18 nos muestra paso a paso las evaluaciones de riesgo.

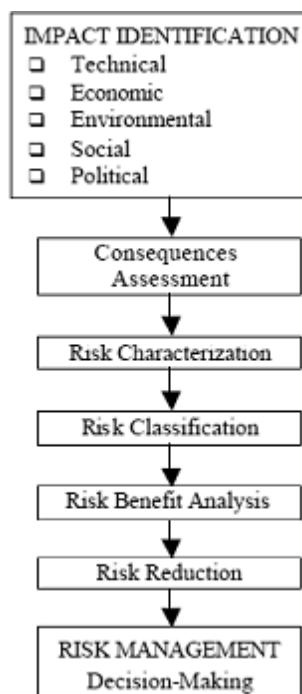


Figura No. 2.18. Evaluación de riesgo.
Fuente: Kurhade (2016).

2.11.3. Toma de decisiones bajo riesgo

Las situaciones de decisión en el que el tomador de decisiones elige entre varios posibles resultados y las probabilidades de su aparición. Las posibilidades de los distintos resultados pueden ser objetivamente determinadas a partir de registros anteriores y por lo general se escogen bajo dos criterios:

1. Principio de máxima similitud, aquí es decisivo considerar el primer evento que es más probable que ocurra. A continuación, decide para el curso de la acción que tiene el pago máximo condicional que corresponde a ese evento.
2. Principio de expectación, con las probabilidades de eventos asignados, objetiva o subjetivamente como sea el caso, la esperada rentabilidad para cada estrategia se calcula multiplicando los valores de amortización con sus respectivas probabilidades y luego se realiza la suma de estos productos.

2.11.4. Toma de decisiones bajo incertidumbre

Son las situaciones donde no hay forma en que el tomador de decisiones pueda evaluar las probabilidades de ocurrencia de los estados de la naturaleza. Existen varios principios que pueden ser utilizados en este tipo de toma de decisiones, tales como los siguientes:

- a. *Laplace*. - Se basa en la filosofía de que si no estamos seguros de los diversos eventos podemos tratarlos a todos ellos con una misma probabilidad de ocurrencia. Bajo este supuesto, la media del valor de amortización para cada estrategia es determinado y la estrategia con mayor promedio es la que se debe de elegir.
- b. *Principio de maximin y principio de minimax*. - También llamado *pesimista o conservador*. Usando este principio, los pagos mínimos resultantes de la

adopción de varias estrategias son considerados y, entre esos valores, el máximo valor es seleccionado.

- c. *Principio maximax o minimin.*- También llamado *optimista*. Sugiere que, para cada estrategia, el máximo beneficio se debe considerar como la estrategia con la que el más alto de los valores debe de ser elegido.
- d. *Principio de Hurwicz.*- Estipula que un punto de vista de la toma de decisiones puede caer en algún lugar entre el pesimismo extremo del principio maximin y el optimista extremo del principio de maximax.
- e. *Principio de Savage.*- Se basa en el principio de arrepentimiento y pide seleccionar el curso de acción que reduce al máximo el arrepentimiento. Es una alternativa conocida como el principio de arrepentimiento minimax.

2.11.5. Toma de decisiones de multietapas

En el análisis de múltiples situaciones de decisión, tenemos que evaluar el procedimiento de decisión de una manera hacia atrás y evaluar el mejor curso de acción en la etapa posterior a la de decidir la mejor acción en las etapas anteriores y uno de los mejores métodos de análisis es el denominado árbol de decisión.

Árboles de decisión, es una herramienta de ayuda a la decisión que usa un árbol como gráfico o modelo de decisión y de sus posibles consecuencias, incluyendo resultados de azar, los costos de recursos y es una forma de mostrar el funcionamiento de un algoritmo. La técnica más básica en la teoría de la decisión es un árbol de decisiones.

2.12. Modelos de análisis de decisiones

Un *modelo* es una representación simplificada de una situación empírica. Sus ventajas son una economía en tiempo y esfuerzo mental, de fácil comprensión y modificación. De esta manera, a partir de las conclusiones del modelo, se pueden fundamentar tanto las decisiones como las acciones. La principal desventaja es que es posible omitir variables relevantes o bien las relaciones de las variables pueden estar equivocadas, lo que nos llevaría a malas conclusiones.

Para crear un *modelo de Análisis de Decisiones* es necesario crear la estructura del modelo y asignar las probabilidades y valores para llenar al modelo. Aquí se incluyen los valores para las probabilidades, las funciones de valor para evaluar las alternativas, las ponderaciones de valor para medir la concesión que se debe hacer entre los objetivos y la preferencia de riesgo.

Los *modelos de Análisis de Decisiones* nos proporcionarán conocimientos valiosos sobre los procesos, orientan en qué situaciones se pueden utilizar cada uno de ellos y describen un panorama de los procesos de toma de decisiones.

Existen varios *modelos de Análisis de Decisiones*, y en esta sección, definiremos varios de los más importantes de ellos, tales como el *DEA*, *AHP*, *MCDM*, *árboles de decisión*, *Montecarlo (MC)*, *Regresión lineal*, *pronósticos* y *teoría de juegos*. Algunos de ellos tienen a su vez variantes que serán analizadas a continuación.

2.12.1. Data Envelopment Analysis (DEA)

El primer método a considerar es el *Análisis Envolvente de Datos (Data Envelopment Analysis, DEA)* que, de acuerdo a Asmaa (2016), es una técnica no paramétrica para evaluar y medir la eficiencia relativa de las unidades de toma de decisiones (*Decision Making Units, DMU*) caracterizadas por múltiples entradas y múltiples salidas.

También se puede ubicar como una técnica de programación lineal que calcula una relación comparativa de los resultados ponderados de entradas ponderadas para cada unidad, que se registra como la puntuación de eficiencia relativa.

El nombre de *DEA* se debe a la construcción de una frontera eficiente de las unidades eficientes por el modelo que cubrirá esta frontera sobre las unidades ineficientes.

El *DEA* está basado en el estudio de Farrell en 1957 quien fue el primero en proponer en concepto de eficiencia técnica, indicando que la eficiencia técnica es la capacidad de una empresa para obtener una salida máxima para un determinado conjunto de entradas.

A lo largo del tiempo, el modelo ha ido evolucionando con aportes de diferentes autores. A continuación se describirán dos de los más conocidos, el CCR y el BCC.

Modelo CCR (Charnes, Cooper and Rhodes)

La propuesta de medida de la eficiencia de cualquier *DMU* se obtiene como el máximo de una relación de salidas ponderadas de entradas ponderadas con la condición de que las proporciones similares para cada *DMU* sea menor o igual a la unidad.

Se supone que hay n *DMU's* para ser evaluadas, en donde cada *DMU* j ($j = 1, 2, \dots, n$) consume varias cantidades de diferentes entradas m x_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m$) para producir diferentes salidas s y_{rj} ($r = 1, 2, \dots, s$).

Con los pesos de las variables de decisión de salida u_r ($r=1, 2, \dots, s$) y pesos de entrada v_i ($i=1, 2, \dots, m$) siendo seleccionadas, la formulación matemática del método se resume de la siguiente manera:

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (1)$$

$$\text{Sujeta a: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj}}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 ; j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 ; r = 1, 2, \dots, s ; i = 1, 2, \dots, m$$

En la Figura No. 2.19 se muestra el modelo CCR.

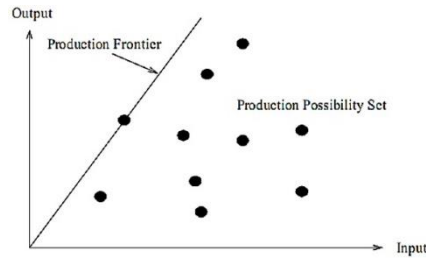


Figura 2.19. Frontera de producción del modelo CCR.
Fuente: Asmaa (2016).

Modelo BCC (Banker, Charnes and Cooper)

En 1984 introducen el modelo BCC, el cual es una extensión del modelo CCR. La primera diferencia entre estos modelos es el tratamiento de los rendimientos a escala. Asumieron rendimientos constantes a escala (CRS) que significa un incremento en los resultados de las entradas en proporción con el incremento de las salidas.

También asumieron rendimientos variables a escala (VRS) lo que significa un incremento en las entradas como resultado un incremento desproporcionado de las salidas. Por lo tanto, el modelo BCC es más flexible. El modelo BCC queda expresado matemáticamente de la siguiente manera y se visualiza en la Figura 2.20.

$$\max h_0 = \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{r0} - c_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{i0}} \quad (2)$$

$$\text{Sujeto a: } \frac{\sum_{r=1}^s u_r y_{rj} - c_0}{\sum_{i=1}^m v_i x_{ij}} \leq 1 ; j = 1, 2, \dots, n$$

$$u_r, v_i \geq 0 ; r = 1, 2, \dots, s ; i = 1, 2, \dots, m$$

c_0 sin restricción de signo

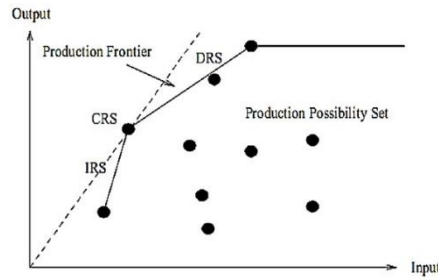


Figura 2.20. Frontera de producción del modelo BCC.
Fuente: Asmaa (2016).

Otros estudios, como lo explican Ramzi (2016), se han centrado en el aumento de la distinción entre las *DMU's* eficientes con el *DEA*. Se pueden usar dos tipos de métodos para lograr este objetivo. Aquellos que requieren información a priori proporcionada por el tomador de decisiones o analista sobre la importancia de las variables usadas como restricciones de pesos, estructura de preferencias y el análisis de la eficiencia del valor para evaluar la eficiencia de las organizaciones.

El segundo grupo de métodos no proporciona información a priori para realizar la clasificación de las *DMU's*. Sirve para evitar o reducir al mínimo la intervención del experto y para aumentar la discriminación en el modelo *DEA* como medida de eficiencia.

Chaparro et al. (1997) examinaron el papel asegurado por las restricciones de peso en el modelo *DEA*. Argumentan que el tradicional *DEA* no aplica restricciones sobre los pesos y luego da la oportunidad para que cada *DMU* use su peso más favorable para maximizar el nivel de eficiencia y, es por ello, que recomiendan la adopción de pesos virtuales en la evaluación de las *DMU* con el modelo *DEA*, ya que requiere un poco de información previa por parte del experto o analista.

Los autores llegan a la conclusión de que la introducción de restricciones a los pesos implica juicio de valor. Sin embargo, el uso del propio modelo no restringido implica un juicio de valor implícito (factores que tiene un impacto menos favorable en la *DMU* se eliminan de la evaluación de la eficiencia de este *DMU*).

2.12.2. Analytic Hierarchy Process (AHP)

El modelo de *Proceso Analítico Jerárquico (AHP)* es descrito por Abdul-Mawjoud (2016) como un método intuitivo integral para expresar y analizar las decisiones de política desarrollado por Tomás L. Saaty en 1960. Es un procedimiento matemático, ampliamente usado en la toma de decisiones en muchas aplicaciones.

Es una teoría de la medición a través de comparaciones por pares y dependen de las sentencias de la competencia necesarias para derivar escalas de prioridad, estas escalas miden impalpable en términos relativos.

Las comparaciones se ejecutan usando una escala de evaluaciones absolutas que representa, cuánto más, un elemento supera a su par en un determinado atributo y luego mide la consistencia de los juicios.

El método de comparación por pares presentado por Saaty en 1980, hace comparaciones para producir una matriz de relación de criterios y para producir una importancia relativa de cada criterio mediante el uso de la balanza de Saaty.

Los factores se comparan entre sí en una comparación del par que es una medida de la importancia relativa entre los factores. Por lo tanto, los valores numéricos muestran la importancia relativa de un factor en contra del otro. Saaty sugirió una escala de comparación incluyendo valores desde el 1 al 9 los cuales representan la intensidad de la importancia, mostrados en la Tabla No. 2.22.

Tabla No. 2.22. Escala de comparación por pares de Saaty.

Intensity of Importance	Definition	Explanation
1	Equal importance	Two activities contribute equally to the objective
3	Weak importance of one over another	Experience and judgment slightly favor one activity over another
5	Essential or strong importance	Experience and judgment strongly favor one activity over another
7	Demonstrated importance	An activity is strongly favored and its dominance demonstrated in practice
9	Absolute importance	The evidence favoring one activity over another is of the highest possible order of affirmation
2,4,6,8	Intermediate values between the two adjacent judgments	When compromise is needed

Fuente: Abdul-Mawjoud (2016).

La asignación de la importancia de los criterios se cambia en el rango de variación para los criterios de evaluación. En el caso de n criterios, los pesos son generalmente normalizados para que sumen 1. La definición de un conjunto de pesos es el siguiente:

$$W = (w_1, w_2, \dots, w_j, \dots, w_n)$$

$$\sum W = 1$$

Una matriz de relación se desarrolla a partir de un grupo que compara cada posible par y entra en las votaciones en una matriz de comparación por parejas. Dado que la matriz es simétrica o cuadrada, sólo el triángulo superior o inferior necesita ser rellenado. Las celdas restantes son simplemente los valores inversos de los otros valores.

Los pesos relativos de criterios pueden obtenerse siguiendo las siguientes operaciones:

- Sumar los valores en cada columna de la matriz de comparación por pares.
- Dividir cada elemento en la matriz entre el total de su columna.
- Para cada fila, dividir la suma de las puntuaciones normalizadas entre el número de criterio para obtener el promedio de los elementos en cada fila de matriz.
- Estos promedios proporcionan una evaluación de los pesos relativos de su criterio aplicable. Cuanto mayor sea el peso, es más valioso el criterio. El grado de coherencia debe ser determinado ya que se usará en el desarrollo de los cálculos.
- El índice de consistencia (*CR*) describe la probabilidad de que los criterios de ponderación fueron generados aleatoriamente y se sugiere que un valor aceptable deberá ser menor que el 10%, lo cual demuestra un nivel real de consistencia, de otra manera la proporción es inconsistente.
- El índice de consistencia proporciona una medida de desviación de la consistencia. Los cálculos de CI se basan en λ que es siempre mayor o igual al número de criterios utilizados.

Fuzzy AHP

Existe una variedad del modelo de *AHP* denominado *Fuzzy AHP* o *AHP difuso*, del cual nos exponen Aghelie (2016) que se basa en la teoría de conjuntos difusos para expresar los juicios de comparación de incertidumbre como *números difusos*.

Los números difusos son una extensión de un número regular en el sentido que no se refiere a un único valor sino a un conjunto de posibles valores, que varían con un peso entre 0 y 1, llamado función miembro.

Las principales etapas del *AHP difuso* son las siguientes:

1.- La jerarquía de estructuración de decisiones. Similar al *AHP* convencional, el primer paso es romper el complejo problema de decisiones en una estructura jerárquica de decisiones.

2.- El desarrollo de matrices de comparación por pares difusos. Considere un problema de priorización en un nivel con n elementos, donde los juicios de comparación por pares se representan por números difusos triangulares a_{ij} (i_{ij} , m_{ij} , u_{ij}). Así como en el *AHP* convencional, cada conjunto de comparaciones para un nivel requiere $(n-1)/2$ juicios, que se usan más para construir una comparación difusa inversa positiva en la matriz $A=\{a_{ij}\}$ tal como sigue:

$$A = (a_{ij}) = \begin{bmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & a_{nn} \end{bmatrix}$$

3.- Control de coherencia y de las prioridades que se derivan. Este paso comprueba la consistencia y extrae las prioridades de las matrices de comparación por parejas. En el método *AHP* difuso pocos estudios han abordado la cuestión de la comprobación de las inconsistencias en las matrices de comparación por pares. De acuerdo a investigaciones anteriores, una matriz $A = \{a_{ij}\}$ es consistente si:

$$a_{ki} = a_{ij}, \text{ donde } i, j, k = 1, 2, \dots, n$$

Una vez que la matriz de comparación por pares $\sim A$, pasa por la comprobación de coherencia, las prioridades difusas $\sim w_i$ se pueden calcular con los métodos *AHP* difusos. Entonces, el vector de prioridad $(w_1, w_2, w_3, \dots, w_n)$ se puede obtener a partir de la matriz de comparación aplicando un método de priorización.

4.- La agregación de las prioridades y la clasificación de las alternativas. El paso final agrega prioridades locales obtenidas en los diferentes niveles de la jerarquía de decisión en consideración con las prioridades globales compuestas para las alternativas basadas en el método de la suma ponderada. Si existen i alternativas y j criterios, entonces la prioridad global final de la alternativa i está dada de la siguiente manera:

Fuzzy Judgments scores in Fuzzy AHP	
Fuzzy Judgments	Fuzzy Score
About equal	$(1/2, 1, 2)$
About x times more important	$(x-1, x, x+1)$
About x times Less important	$(1/(x+1), 1/x, 1/(x-1))$
Between y and z times more Important	$(y/(y+z)/2, z)$
Between y and z Times less Important	$(1/z, 2/(y+z), 1/y)$

2.12.3. Multi Criteria Decision Making (MCDM)

La *toma de decisiones de multi criterio*, *MCDM*, se refiere a la toma de decisiones con la presencia de múltiples pero usualmente criterios conflictivos. El enfoque *MCDM* se usa para los problemas que son más complicados y generalmente son de gran escala. Por ejemplo, actualmente en Estados Unidos y Europa se llevan a cabo autoevaluaciones que utilizan muchos criterios establecidos en el *Sistema de Administración de la Calidad (QSM)*. Aghelie (2016)

El *MCDM* es un estudio de clasificación y selección de alternativas basado en los valores y preferencias del tomador de decisiones. En este método tomar una decisión implica que hay opciones alternativas a tener en cuenta, no solo para identificar al mayor número de ellas sino para asumir que la mejor de ellas encaje con el objetivo final y con el valor. La Figura 2.21 nos muestra la estructura básica de *MCDM*.

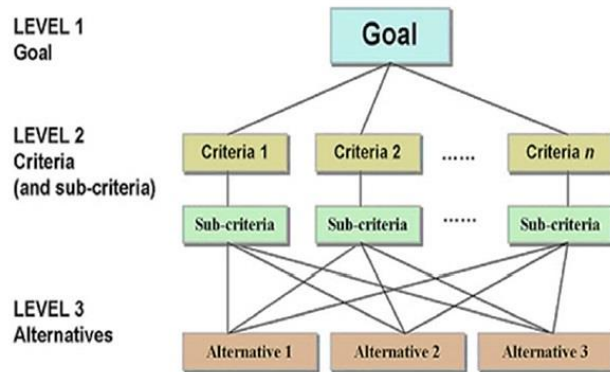


Figura 2.21. Jerarquía del modelo MCDM.
Fuente: Aghelie (2016).

El desarrollo del modelo *MCDM* está estrechamente relacionado con el avance en la tecnología informática. Por otra parte, el rápido desarrollo de esta tecnología ha hecho posible el análisis complejo y sistemático en el modelo *MCDM*.

Esencialmente los problemas *MCDM* pueden ser interpretados por resolver con la elección de las mejores alternativas de un conjunto de alternativas disponibles; la elección de un pequeño conjunto de buenas alternativas dentro de diferentes preferencias de un conjunto o una interpretación extrema sería encontrar todas las alternativas eficientes o no dominadas.

De acuerdo a Zimmermann se debe separar el *MCDM* del *MADM* (*Multi Attribute Decision Making*) y del *MODM* (*Multi Objective Decision Making*), donde el *MODM* estudia los problemas de decisión en los cuales el espacio de decisión es continuo.

Existen varios métodos *MCDM* y muchos de ellos tienen características en común. Estas son nociones de alternativas y atributos que también son llamados criterios de decisión. La Figura No. 2.22 nos muestra los métodos del modelo *MCDM* y sus tipos.

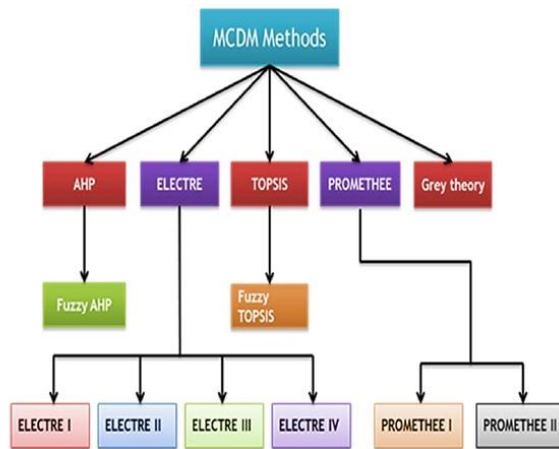


Figura No. 2.22. Métodos jerárquicos del modelo MCDM.
Fuente: Aghelie (2016).

A continuación se detallarán los diferentes métodos del modelo MCDM.

Electre

Este método junto con sus muchas iteraciones es de orden superior y está basado en el análisis de la concordancia. Su principal ventaja es que toma en cuenta la incertidumbre o vaguedad. Una desventaja de este método es que su proceso y los resultados pueden ser difíciles de explicar en términos sencillos. Debido a la forma en que se incorporan las preferencias, los desempeños más bajos bajo el criterio de certeza no son visualizados.

El método de rango superior hace que las fortalezas y debilidades de las alternativas que no son directamente identificadas no sean evaluadas ni en sus resultados ni en los impactos que tengan sobre la decisión.

Topsis

Topsis significa (*Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution*) y fue desarrollada como un enfoque alternativo al método *Electre*.

El concepto básico de *Topsis* es que la alternativa seleccionada debe tener la distancia más corta de la solución y la distancia más lejana de la solución ideal negativa en un sentido geométrico.

Este método compromete a que cada atributo tiene una tendencia de aumentar monótonamente o disminuyendo la utilidad. Por lo tanto, es fácil encontrar la solución ideal y la solución ideal negativa. El enfoque de la distancia euclidiana se usa para evaluar la relativa familiaridad de la alternativa con la solución ideal. Por eso, el orden de preferencia de la alternativa descansa a través de esas distancias relativas.

El enfoque de *Topsis* evalúa una matriz de decisión que refiere a M como una alternativa la cual será evaluada en término de N como criterio.

El método *Topsis* se puede expresar en los siguientes pasos:

1.- Calcular la matriz normalizada. El valor normalizada n_{ij} se calcula como:

$$n_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2} \quad (3)$$

para $i = 1, 2, \dots, m$ y $j = 1, 2, \dots, n$

2.- Calcular la matriz de decisión normalizada ponderada. El valor normalizado ponderado V_{ij} es calculado como $V_{ij} = W_i N_{ij}$ para $i = 1, 2, \dots, m$ y $j = 1, 2, \dots, n$ donde W_i es el peso del i -ésimo atributo o criterio. Estos pesos pueden ser introducidos por el tomador de decisiones.

3.- Calcular las soluciones ideales, tanto positiva como negativa.

$$A^+ = \{(v_1, v_2, \dots, v_n)\} = \{(\max v_{ij} \mid i \in O), (\min v_{ij} \mid i \in I)\} \quad (4)$$

$$A^- = \{(v_1, v_2, \dots, v_n)\} = \{(\min v_{ij} \mid i \in O), (\max v_{ij} \mid i \in I)\} \quad (5)$$

Donde O se asocia con un criterio benéfico e I se asocia con un criterio de costo.

4.- Calcular las medidas de separación mediante el uso de $n = distancia euclidiana$. La separación de cada alternativa de la solución ideal es dada de la siguiente forma:

$$d_j^+ = [\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^+)]^{1/2} \quad (6)$$

De la misma manera, para la solución ideal negativa sería:

$$d_j^- = [\sum_{i=1}^n (v_{ij} - v_i^-)]^{1/2} \quad (7)$$

5.- Clasificación para el orden de preferencia para decidir. El principio básico del método *Topsis* es que la alternativa escogida debe de tener la distancia más corta de la solución ideal y la distancia más lejana de la solución ideal negativa.

Promethee

Es similar a *Electre* en que también tiene varias repeticiones y también un método de rango superior. La familia de *Promethee* de métodos de nivel superior incluye al *Promethee I* para la clasificación parcial de las alternativas y *Promethee II* para la completa clasificación de alternativas, fueron desarrollados y presentados por primera vez en 1982. Después, *Promethee III* para clasificaciones basadas en intervalos y *Promethee IV* para clasificaciones parciales o totales de alternativas donde el conjunto de respuestas viables es continuo. El *Promethee V* es para problemas con divisiones y subdivisiones y el *Promethee VI* para la representación del cerebro humano.

La limitación del método *Promethee* es que no proporciona un método claro por el cual asignar pesos y requiere la asignación de valores y no proporciona un proceso claro por el cual asigna el valor.

Gray Theory

La *teoría gris* es el método que se usa para estudiar la incertidumbre y en el análisis matemático superior de sistemas con incertidumbre e información indefinida. La *teoría gris* se introdujo en 1982 y se aplica para gestionar situaciones categorizadas con información parcialmente conocida y parcialmente desconocida.

Este método incluye varias partes importantes como la *predicción gris*, *análisis racional gris*, *decisión gris* y *control gris*.

2.12.4. Árboles de decisión

Los *árboles de decisión* son herramientas predictivas que ayudan a determinar los atributos de mayor incidencia en una decisión positiva o negativa entregándolos en un árbol y mostrando las reglas que guían al destinatario sobre cómo obtener esta decisión. Santa (2013) nos señalan que es un algoritmo cuya heurística principal es buscar el mejor atributo para ubicarlo en la raíz del árbol y para esto usa un estadístico llamado mayor ganancia de información.

Como segunda heurística tenemos la redefinición del conjunto base para cada rama del árbol que corresponde a cada valor del atributo seleccionado en el paso anterior.

Este proceso debe repetirse recursivamente para cada nuevo nodo generado en el árbol. Cuando un nodo no tiene descendientes entonces se convierte en una rama que contiene la decisión a tomar.

También en el aporte de Qing-yun (2016) nos indican que los *árboles de decisión* son la principal tecnología usada para la clasificación y predicción. Se enfocan en las reglas de clasificación y se presentan como árboles de decisión de un grupo de desorden y ejemplo irregular.

Se hace un recorrido recursivo de arriba hacia abajo y se comparan los atributos entre los nodos internos del *árbol de decisión*, los juicios se ramifican hacia debajo de acuerdo con los diferentes atributos del nodo y se obtienen una conclusión de los nodos hoja en el árbol de decisión.

Así pues, desde la raíz a un nodo hoja corresponde una regla conjuntiva, y el árbol completo corresponde a un grupo de reglas de expresión disyuntivas.

Considere el *árbol de decisión* como una función booleana. La entrada de la función es el objeto o toda la situación, y la salida es un valor de decisión de “sí” o “no”. En el *árbol de decisión*, cada nodo del árbol corresponde a un chequeo de propiedad, cada nodo hoja corresponde a un valor booleano y cada rama representa uno de los posibles valores del atributo que se está checando.

Los algoritmos de los *árboles de decisión* se dividen generalmente en dos pasos: la construcción y la poda de los *árboles de decisión*.

Construcción de un árbol de decisión

Los nodos internos de un árbol binario (nodos que no son hojas) usualmente son representados como juicios lógicos que usan ($AI = VI$), donde AI es el atributo y VI es un valor. La orilla del árbol es la rama resultante de la lógica. El nodo interno de un árbol ternario es un atributo, del cual todas las orillas son valores. Donde hay varios valores de atributo, hay varios lados. Los nodos hojas de los árboles son etiquetas de categoría. El método de la construcción de un árbol es una estructura top-down recursiva. Con el árbol ternario como ejemplo, su idea estructural es empezando a establecer el *árbol de decisión* con un simple nodo. Si en el ejemplo todos son de la misma clase, pueden ser nodos hoja, y el contenido de los nodos son las etiquetas de categoría. De otra manera, seleccione un atributo basado en cierta estrategia, divida las colecciones de ejemplo en varios subconjuntos de

acuerdo con los atributos y valores y haga todos los ejemplos uno por uno. Esta idea es actualmente “divide y vencerás”.

La clave para construir *árboles de decisión* es cómo escoger el mejor juicio lógico o atributo. Puede haber muchas elecciones para el mismo conjunto de ejemplos. La investigación nos muestra que en general, que cuanto menor es el árbol, más fuerte es la habilidad de pronóstico. La clave de la construcción de un árbol es que en cuanto más pequeño sea, será mejor escoger el atributo apropiado para la rama. La selección de atributos depende del método de medición de varios ejemplos del subconjunto.

Los métodos de medición incluyen ganancia de información, proporción de ganancia, medias de distancia, estadísticas, el peso de la evidencia, la longitud mínima de la descripción. Las mediciones diferentes tienen diferentes efectos, especialmente para atributos de varios valores, así que la selección apropiada del método de medición afecta grandemente el resultado.

Podar de un árbol de decisión

Existen dos técnicas básicas para podar o cortar los árboles de decisión.

Podar hacia adelante, es podar antes de que el proceso de crecimiento de los árboles se termine, cuando decide a continuar dividiendo o apagarlo.

Por ejemplo, cuando una estadística eficiente alcanza un límite predeterminado, el nodo ya no continúa y el nodo interno se convierte en un nodo hoja. Los nodos hoja toman la máxima frecuencia de clase o podrían simplemente almacenar la función de distribución de probabilidad. La poda hacia adelante detendrá el trabajo del árbol antes si alcanza la madurez total, que es, el árbol deja de extenderse cuando ya no hay efecto de horizonte. Más aun, es difícil seleccionar un límite apropiado. Un límite alto puede conducir a un árbol simplificado, mientras que un bajo podría hacer muy pequeño al árbol.

Podar después de que la decisión de crecimiento del árbol se ha completado. Primero genera un árbol de decisión adecuado completamente y después recorta las hojas del árbol de abajo hacia arriba, gradualmente hasta la raíz. Cuando está podando se usa una prueba de datos. Después de cortar una hoja, si la exactitud de otra medida de la prueba no reduce (o peor), usted lo puede hacer o detener.

Si el subárbol del nodo debe ser podado de acuerdo a ciertas reglas, la regla de evaluación de abajo hacia arriba evitará al nodo ser podado de la misma forma.

Algoritmo ID3

Refina al árbol de decisión paso a paso con un trato constante de circulación hasta encontrar un completo y correcto árbol de decisión. Este algoritmo construye desde arriba hasta abajo y es un grupo de reglas similares a “si ... entonces”. El programa original usado para distinguir el avance, depende de dos categorías, falso o verdadero, y el valor de atributo es un número de valor discreto finito. Este algoritmo ha sido desarrollado para permitir más de dos categorías, y el valor del atributo puede ser entero o real.

Entre las ventajas de este algoritmo es que la teoría básica del algoritmo es clara, y es simple. Su tiempo de cálculo es la función lineal de producto de un número de ejemplos, el número característico y el número de nodo. El espacio de búsqueda es un espacio completo, en el cual la función objetivo no debe tener problema alguno.

Su desventaja es que cuando el conjunto de entrenamiento se incrementa, el algoritmo puede cambiar también. Esto es inconveniente para el aprendizaje que las características de ganancia de información cambian con el proceso de construcción del árbol.

2.12.5. Modelo de Monte Carlo (MC)

El *modelo de Monte Carlo (MC)* se basa en el método de simulación estadística mediante muestreos al azar. El MC es una técnica matemática computarizada que permite a las personas tener en cuenta el riesgo en el análisis cuantitativo y la toma de decisiones. Este enfoque se basa en un muestreo repetido para obtener resultados numéricos. Hajian-Heidary (2015)

De acuerdo con Janekova (2015), el MC se aplica principalmente en administración financiera y decisión de inversión. Es usado cuando hay muchos factores de riesgo, usualmente de carácter continuo. Su esencia descansa en la generación de un gran número de escenarios y cálculos de valores de criterio para cada escenario. La objetividad de los resultados depende de la objetividad de los datos estimados de entrada, así como del número de repeticiones que se realicen.

El MC se desarrolla en cinco pasos:

1. Creación del modelo financiero, se desarrolla durante la vida económica del proyecto de inversión e incluye el cálculo de los resultados de administración de proyectos, flujos de efectivo y los créditos financieros por los cuales se está realizando la evaluación del proyecto.
2. Identificación de los principales factores de riesgo, son los factores con grandes incertidumbres y los resultados de la simulación son muy sensibles a los cambios. Una herramienta útil en la selección de los principales factores de riesgo es un análisis de sensibilidad que detecta impactos de los cambios aislados de factores de riesgo individuales.
3. Determinación de las distribuciones de probabilidad de los principales factores de riesgo, factores con un pequeño número de valores que tengan forma tabular que son los factores de riesgo discretos y para los factores de riesgo continuo son el tipo de distribución de probabilidad. Cuando existen datos históricos disponibles acerca de un factor de riesgo la aproximación

de alguna distribución teórica se puede usar para su determinación. De otra manera, es necesario confiar en el conocimiento y experiencia de los expertos de las áreas que conciernen a factores de riesgo individuales.

4. Determinación de la dependencia estadística de los factores de riesgo, existen dos formas de dependencia estadística. La dependencia emparejada, la cual es una relación entre dos factores en el mismo periodo como la dependencia de la demanda del precio de venta. La otra es la dependencia del tiempo, la cual dependencia del mismo factor de riesgo en dos periodos de tiempo. Respecto a la dependencia estadística de los factores de riesgo esta se expresa por un coeficiente de correlación, el cual puede tomar valores entre -1 y 1, donde: 0 significa que los riesgos son independientes, 1 significa que los riesgos son completamente dependientes en un sentido positivo, o sea, un alto valor de un riesgo corresponde un alto valor en el segundo riesgo y -1 significa una dependencia completa en forma negativa.
5. Proceso de simulación, a través de un software, puede ser Excel. Los resultados de la simulación de *MC* toman una forma gráfica por la distribución de probabilidad de criterio financiero seleccionado y la forma numérica a través de características estadísticas como la varianza, desviación estándar, variación de coeficientes, entre otros.

2.12.6. Regresión Lineal

Otro modelo que se utiliza para la toma de decisiones es la Regresión Lineal, que de acuerdo a Rasool (2016) es una forma de predicción técnica de modelado que investiga la relación entre un criterio dependiente y uno independiente. Esta técnica se usa para pronósticos, para modelado de series de tiempo y la búsqueda del efecto causal entre las variables.

Entre los beneficios de la utilización del análisis de regresión es que señala las relaciones importantes entre las variables dependientes e independientes.

Además indica la fuerza del impacto de múltiples variables independientes sobre una variable dependiente.

Existen varios tipos de técnicas de regresión disponibles que nos permiten la realización de predicciones y todas ellas se manejan principalmente por tres métricas, las cuales son el número de variables independientes, tipo de variables dependientes y la forma de regresión lineal.

La regresión lineal es de las más conocidas. Aquí la variable dependiente es continua, mientras que las variables independientes pueden ser continuas o discretas y la naturaleza de la línea de regresión es lineal.

En este método se establece una relación entre la variable dependiente y y una o más variables independientes x usando un mejor ajuste lineal (conocida como línea de regresión). Se representa por la ecuación:

$$y = a + bx + e \quad (8)$$

Donde a es la intercepción, b es la pendiente de la línea y e es un error.

La regresión logística, se usa para encontrar la probabilidad del evento = éxito y del evento = falla. Debemos usar este método cuando la variable dependiente es binaria (0/1, no/yes, falso/verdadero).

Las posibilidades $p / (1-p)$, la probabilidad de que ocurra un evento entre la probabilidad de que no ocurra el evento.

Dentro de las notas aclaratorias de este método se resalta que no requiere una relación lineal entre las variables dependientes e independientes. Puede manejar varios tipos de relaciones debido a que aplica una transformación logarítmica no lineal a las probabilidades predichas.

Para evitar excesos superiores e inferiores, se debe incluir todas las variables significativas. Un buen enfoque para garantizar que esta práctica es el uso de un método para estimar la regresión logística.

Requiere grandes tamaños de muestra porque las máximas similitudes calculadas son menos poderosas en tamaños pequeños de muestras que los mínimos cuadrados ordinarios.

Las variables independientes no deben de estar correlacionadas entres sí, o sea, no debe existir colinealidad. Sin embargo, tenemos las opciones de incluir los efectos de interacción de variables categóricas en el análisis y en el modelo.

Si los valores de la variable dependiente son ordinales, entonces se considera una regresión logística ordinal.

Si la variable dependiente es de tipo multi clase, entonces será conocida como regresión logística multinomial.

Debido a que existen muchos tipos de modelos de regresión lineal es importante elegir la mejor técnica adecuada basada en el tipo de variables independientes y dependientes, la dimensionalidad de los datos, entre otras, la cuales se presentan a continuación:

La exploración de datos es una parte inevitable de la construcción del modelo predictivo. Debería de ser el primer paso antes de seleccionar el modelo adecuado identificando la relación y el impacto de las variables.

Comparar la bondad de ajuste para diferentes modelos usando diferentes métricas como r-cuadrada, r-cuadrada ajustada, AIC, BIC y el término de error.

La validación cruzada es la mejor manera para evaluar los modelos utilizados para la predicción. Aquí se divide el conjunto de datos en dos grupos (tren y validar). Una simple diferencia cuadrática entre los valores observados y pronosticados nos dará una medida para la predicción adecuada.

Si el conjunto de datos tiene múltiples factores de confusión de variables, no se debe elegir el modelo.

Dependerá de su objetivo. Puede ocurrir que un modelo menos poderoso sea fácil de implementar comparado con un modelo importante estadísticamente superior.

Existen otros modelos de regresión lineal Sravanthi (2016), tales como:

El modelo de análisis de regresión múltiple de Douglas A. A. y Lewis R. J. (1962), quienes propusieron esta técnica conocida por las relaciones matemáticas de ajuste entre las variables dependientes e independientes. A pesar de ser una técnica bien conocida, la ecuación derivada, es puramente empírica y los coeficientes de regresión inicialmente establecidos todavía se mantendrán sin cambio lo cual no puede ser válido en el futuro.

Análisis de categoría de Watton H. J. y Pick G. W. (1967) que es una técnica de clasificación cruzada que se basa en la determinación de la respuesta promedio o valor medio o el valor promediado de la variable dependiente para ciertas categorías definidas de variables independientes. Una matriz multi dimensional define la categoría, cada dimensión en la matriz representa una variable independiente. Dado que los datos se toman directamente para el censo, esto ahorra esfuerzo, tiempo y dinero.

2.12.7. Pronósticos

Los negocios, la industria y el gobierno necesitan conocer el comportamiento futuro de los eventos antes de tomar decisiones. Sus decisiones dependen de un pronóstico y ellos esperan que esos pronósticos sean adecuados. A continuación se muestran algunas áreas que requieren pronósticos:

- Mercadeo

- Planeadores de producción
- Los bancos
- Administradores públicos
- Universidades

En el trabajo de Kaur (2016) se menciona la clasificación de los métodos de pronóstico. Existen dos grandes categorías:

1. Los cuantitativos.
2. Los cualitativos.

Los pronósticos cualitativos se basan en juicios humanos y no son matemáticos. Estos métodos son útiles cuando los datos históricos no están disponibles o son escasos. Son sencillos y fáciles de usar pero generalmente dan poca información o no son muy escasos.

Por otro lado, los métodos cuantitativos se basan en modelos matemáticos o estadísticos. Estos métodos se usan cuando los datos históricos están disponibles. Estos métodos cuantitativos se clasifican a su vez en estadísticos o determinísticos. En los modelos determinísticos las relaciones entre la variable de interés, y , junto a las variables pronosticadas $x_1, x_2, \dots, x_n$ se determinan con exactitud.

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_t, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) \quad (9)$$

Pero los modelos estocásticos involucran aleatoriedad o incertidumbre por ejemplo:

$$Y = f(x_1, x_2, \dots, x_t, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n) + \text{ruido} \quad (10)$$

Donde el ruido o componente de error es una realización de cierta distribución de probabilidad.

Los sistemas de pronósticos consisten de algunos pasos como los siguientes:

- El tomador de decisiones debe identificar primero el problema para el cual se hará el pronóstico. Éste es el más aspecto más difícil de la tarea de pronosticar.
- Después es necesario recolectar datos históricos de los elementos de interés y estos datos históricos se usan para construir el modelo que será usado para pronosticar.
- Se analizan los datos para averiguar qué nos dice. Se dibuja un gráfico de manera visual de dichos datos.
- Ahora se escogen y se adecúan varios métodos de pronóstico. Cada método se basa en un conjunto de supuestos y generalmente involucra uno o más parámetros que se deben de adecuar usando los datos históricos conocidos.
- Una vez seleccionado el modelo y que se han calculado apropiadamente sus parámetros, el modelo se usa para realizar los pronósticos. La estabilidad del modelo de pronóstico puede ser evaluada comparando los pronósticos contra las observaciones exactas.

Métodos estadísticos para predicción

Análisis de regresión: Se trata de un modelado de las relaciones entre las variables. Eso cuantifica cómo una variable dependiente está relacionada a un conjunto de variables independientes. El modelo de regresión se puede escribir así:

$$y_t = f(x_t; \beta) + \epsilon_t \quad (11)$$

Donde $f(x_t; \beta)$ es una función matemática de n variables independientes $x_t = (x_{t1}, x_{t2}, x_{t3} \dots x_{tn})$ y los parámetros conocidos $\beta = (\beta_1, \beta_2, \dots \beta_m)$. El modelo es probabilístico debido a que su componente de error ϵ_t es una variable aleatoria.

Existen dos tipos de modelos de regresión:

1. Los modelos lineales
2. Los modelos no lineales

Los modelos que son lineales y las variables independientes se pueden escribir como:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_{t1} + \beta_2 x_{t2} + \cdots + \beta_p x_{tp} + \epsilon_t \quad (12)$$

Los modelos no lineales son aquellos que no son lineales en parámetros y variables independientes, como por ejemplo:

$$y_t = \beta_0 \exp(\beta_1 x_t) + \epsilon_t \quad (13) \text{ el cual es un modelo de crecimiento exponencial}$$

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \beta_2 x_t^2 + \epsilon_t \quad (14) \text{ éste es un modelo cuadrático}$$

Métodos de promedios:

Son adecuados para la serie de tiempo estacionaria donde la serie está en equilibrio alrededor de un valor constante (la media subyacente) con una varianza constante en el tiempo. Existen los siguientes:

Media:

$$\text{Utiliza el promedio de todos los datos históricos } F_{n+1} = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n y_t \quad (15)$$

Este método es apropiado donde no hay tendencia perceptible o estacionalidad. Cuando el nuevo dato se hace disponible, el pronóstico para el tiempo $n+2$ es un nuevo promedio incluyendo el dato obtenido previamente en esta nueva observación:

$$F_{n+2} = \frac{1}{n+1} \sum_{t=1}^{n+1} y_t \quad (16)$$

Promedios móviles:

Proveen un modelo simple para suavizar los valores del pasado para estimar el componente de ciclo de tendencia. Tomando un promedio de los puntos cercanos a la observación nos provee un estimado razonable de un ciclo de tendencia.

El promedio elimina algo de aleatoriedad en los datos; los promedios móviles de periodo de tiempo t son el promedio de las últimas k observaciones.

Un promedio móvil de orden k , es el valor de las k observaciones consecutivas:

$$F_{t+1} = \frac{(y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-k+1})}{k} \quad (17)$$

El modelo de promedios móviles no maneja estacionalidad aunque lo puede hacer mejor que el promedio total.

Método de suavización exponencial:

Proporciona un promedio exponencial de pesos móviles para todos los valores observados previamente. Aquí el objetivo es estimar el nivel actual y usarlo como un pronóstico de valor futuro. La fórmula de la suavización exponencial es:

$$F_{t+1} = \alpha y_t + (1 - \alpha)F_t \quad (18)$$

Aquí α es una constante de suavización, debe ser entre 0 y 1.

El pronóstico se basa en la ponderación de la observación más reciente con un peso α y la ponderación del más reciente pronóstico con un peso de $1 - \alpha$.

Promedios móviles integrados autorregresivos (ARIMA)

También conocido como modelo *Box-Jenkins*, es ampliamente usado en pronósticos de series de tiempo debido a su flexibilidad en la representación de series de tiempo distintas. El modelo *ARIMA* es, generalmente identificado como

ARIMA (p, q, d). Donde p es el número de órdenes autorregresivas que especifican cuáles valores previos de la serie son usados para predecir los valores actuales. El orden de diferenciación, d , es aplicado a las series antes del cálculo del modelo. Las series con tendencia son de no estacionalidad y la modelación *ARIMA* asume la estacionalidad. Así que la diferenciación es necesaria cuando las tendencias están presentes y se usan para eliminar su efecto. El número de órdenes de promedios móviles, q , especifica cómo las desviaciones de la serie promedio para los valores previos se usan para predecir los valores actuales.

Modelo de redes neuronales:

Son una clase de modelos no lineales flexibles que pueden descubrir patrones de forma adaptativa de los datos. Han sido ampliamente usados como un método de pronósticos de series de tiempo.

Con las redes neuronales, no se necesitan específicos supuestos sobre el modelo y la relación subyacente se determina únicamente a través de la minería de datos.

Este enfoque orientado a los datos es una de las más importantes ventajas de las redes neuronales en la solución de muchos problemas complejos de pronósticos.

Aunque las redes neuronales son modelos inherentemente no lineales, son capaces de procesar modelos lineales.

A medida que las redes neuronales son funciones universales de aproximación, es natural usarlas directamente como modelos estacionales y variaciones de tendencia.

Los nodos de entrada observados previamente mientras la salida provee el pronóstico para el valor futuro. Los nodos ocultos con funciones no lineales de transferencia se usan para procesar la información recibida por los nodos de entrada.

El modelo se puede escribir de la siguiente manera:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n \alpha_j f(\sum_{i=1}^m \beta_{ij} y_{t-1} + \beta_{oj}) + \epsilon_t \quad (19)$$

Donde m es el número de nodos de entrada, n es el número de nodos ocultos, f es la función de transferencia. $\{\alpha_j, j = 0, 1, \dots, n\}$ es un vector de pesos de los nodos ocultos a los nodos de salida y $\{\beta_{ij}, i = 0, 1, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n\}$ son los pesos desde los nodos de entrada a los nodos ocultos.

2.12.8. Teoría de Juegos

La *Teoría de Juegos* es reconocida como una rama importante de las matemáticas y ciencias aplicadas (Zhou, 2016), la cual ha sido ampliamente usada en varios campos de las ciencias sociales. Es una teoría matemática y método para los fenómenos de competencia en la naturaleza.

La estrategia del *juego* tiene tres elementos principales: Conjunto de jugadores, conjunto de estrategias y la utilidad del juego, la cual se puede definir como sigue:

N es el conjunto de jugadores $N = \{1, 2, \dots, N\}$

s_i es el conjunto de estrategias para el jugador i

$U_i: S_i \rightarrow S$ es una función de pagos del jugador i , en cual $S = S_1 * \dots * S_i * \dots * S_N$

Cada jugador, i , escoge su propia estrategia de S_i para crear la máxima utilidad con la función de pagos, U_i . El estado de equilibrio final es la solución del juego, y entonces tenemos dos soluciones, una para el juego no-cooperativo y una para el juego cooperativo.

La solución para el juego no cooperativo es el *equilibrio de Nash*.

Hablando estrictamente, el *equilibrio de Nash* es un estado de juego no cooperativo, en el cual el jugador i , no puede mejorar su utilidad cambiando su

estrategia si los otros jugadores no cambian las suyas. En cuanto al equilibrio de Nash, la combinación de estrategia, $S^* = (S_i^*, S_{-i}^*) \in S$, representa al equilibrio de Nash.

La solución para el juego cooperativo:

Existen muchos conceptos para la solución del juego cooperativo, y no hay una solución que tenga el estado central similar con el equilibrio de Nash en un juego no cooperativo. En las soluciones existentes de juego cooperativo, los más conocidos son: central, conjunto estable, valor de Shapley, conjunto de negociación, kernel.

Otro autores, Wu (2016) nos señalan que para un juego pueden existir N jugadores. Un juego debe tener al menos dos jugadores. En cualquier juego, cada jugador tiene al menos más de una estrategia, así como la capacidad de tomar decisiones para la estrategia.

La razón es que cuando un jugador tiene solo una estrategia, sin tener en cuenta el cambio de estrategia del oponente, puede hacer efectivamente una opción de suspenso. La capacidad de tomar decisiones para la estrategia significa que los jugadores pueden elegir por completo sin forzamiento. En la siguiente fórmula se define la estrategia de juego donde P_n denota la función de recompensa.

$$G = \{P_1, P_2, P_n ; u_1, u_2, \dots, u_n\}$$

El equilibrio de Nashville se refiere a una estrategia en donde todos los participantes se enfrentaron a una situación, donde otros no cambian la estrategia; su estrategia es óptima.

La dinámica óptima y en base a la evolución de la respuesta dinámica es la más comúnmente utilizada de dos tipos de mecanismo de toma de decisiones dinámico.

El mecanismo de reacción dinámico se usa generalmente cuando el grado racional del juego es elevado, tiene una habilidad de aprendizaje más rápido y, cuando el grado de racionalidad de los jugadores es bajo o implica las decisiones colectivas, es generalmente el mecanismo de respuesta dinámico de los estudios de la evolución de simulación de juegos biológicos y la estrategia de ajuste dinámico.

La siguiente fórmula define este proceso:

$$x' = x (f - f_0) \quad (20)$$

Donde f denota la aptitud promedio y se adapta a la función.

En la *teoría de juegos* e inteligencia artificial en el proceso de desarrollo, un problema principal es cómo establecer el modelo matemático basado en la *teoría de juegos*, el modelo matemático abstrae los intereses del juego usando las contradicciones, así como los intereses de ambas partes, con el fin de construir el juego, introduciendo así la teoría de juegos.

Además, en la visión de Seyyed (2015) se observa que la *Teoría de Juegos* es la de toma de decisiones independientes e interdependientes. Tiene que ver con la toma de decisiones en las organizaciones donde el resultado depende de las decisiones de dos o más jugadores autónomos, uno de los cuales puede ser la naturaleza misma, y donde no hay quien toma las decisiones solo tiene un control total sobre los resultados.

Esta teoría tiene que ver con el comportamiento óptimo estratégico, las situaciones de equilibrio, los resultados estables, la negociación, la formación de coaliciones, las asignaciones equitativas y con conceptos similares relacionados con la resolución de las diferencias de grupo.

Con base en el marco de la *Teoría de Juegos*, en muchas circunstancias, los jugadores se enfrentan a un dilema de buscar el beneficio personal o cooperar para lograr el beneficio mutuo.

En los métodos basados en la teoría cooperativa, todos los jugadores se coordinarán para lograr una decisión óptima o mutuamente conveniente. Se han propuesto varios métodos para calcular la matriz de pagos, que también tiene acceso a los resultados deseables pero en estas investigaciones la matriz de pagos no se obtiene mediante un modelo matemático.

Varios estudios que se han hecho en la *Teoría de Juegos* han sido métodos similares para lograr una matriz de pagos basada en los comentarios de los expertos. En otras palabras, la matriz de pagos se deriva directamente con métodos como lluvia de ideas y el método Delphi. Aunque estos métodos accedan a los resultados deseables pero las relaciones entre factores efectivos no se consideran en efecto, no hay un marco definido para derivar los pagos.

El *comportamiento estratégico* es el término general para las acciones tomadas por las empresas que tienen la intención de influir en el entorno de mercado en el que compiten. Este comportamiento incluye acciones para influir en los rivales para actuar cooperativamente con el fin de aumentar los beneficios conjuntos así como con los no cooperativos para aumentar los beneficios de la empresa a expensas de sus rivales.

Estos autores nos comparten además que el *equilibrio de Nash* de la *Teoría de Juegos* es un concepto de la solución de un juego no cooperativo entre dos o más jugadores, donde se asume que cada jugador conoce las estrategias de equilibrio de los otros jugadores y ningún jugador tiene nada que ganar cambiando su propia estrategia.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Diseño metodológico

3.1.1. Metodología

Para el diseño metodológico se considera la opinión y las teorías de los autores consultados que resaltan la competitividad y la calidad de la Educación en las IES en base a las TIC. Es importante también detectar en este diseño metodológico las necesidades de mejora de competitividad y calidad en la Educación Superior de las IES de la zona así como la identificación de las categorías TIC y los factores que las integran para que en base a estas categorías y factores se formule el modelo propuesto y además se genere un instrumento de evaluación *ad hoc* para la recolección de datos que se aplicará a la muestra seleccionada que incluye a las IES de la zona conurbada.

Es de capital importancia identificar y entender las necesidades de las IES de la zona en cuanto a las carencias de calidad y competitividad en la educación para de esta manera clasificarlas dentro de las categorías y acompañarlas con el KPI adecuado para su correcta priorización y, sobre todo, proponer soluciones tecnológicas a las mismas.

Este diseño metodológico se muestra en la Figura No. 3.1 a y, como se podrá observar, en el bloque de identificación de teorías de los autores se concentra el marco teórico que dio vida al capítulo anterior del presente trabajo y que es una fuente de datos de los indicadores de desempeño o factores que forman a cada una de estas categorías. Así mismo, se realiza una visión general de otros modelos o trabajos relacionados al presente con el propósito de realizar las comparativas correspondientes que nos podrán servir de guía hacia dónde se debe dirigir el modelo. Se establece además un mecanismo de evaluación a

manera de encuesta que contendrá las preguntas seleccionadas para medir a cada una de las categorías.

Dichos cuestionamientos se derivarán del análisis de los diferentes autores. También se observa en dicha figura un feedback que se ubica después de la aplicación de la encuesta.

Esta retroalimentación tiene un doble propósito; el primero es darnos una idea de que el modelo propuesto es dinámico y perfectible y, el segundo, es el de clarificar cada una de las preguntas de dicha encuesta para obtener preguntas adecuadas para medir de manera correcta a cada una de las categorías así como a sus indicadores.

Además esta metodología se encuentra alineada con el objetivo general de esta investigación que es el desarrollo de un modelo de fortalecimiento de las TIC para el incremento en la calidad educativa de las IES públicas de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira.

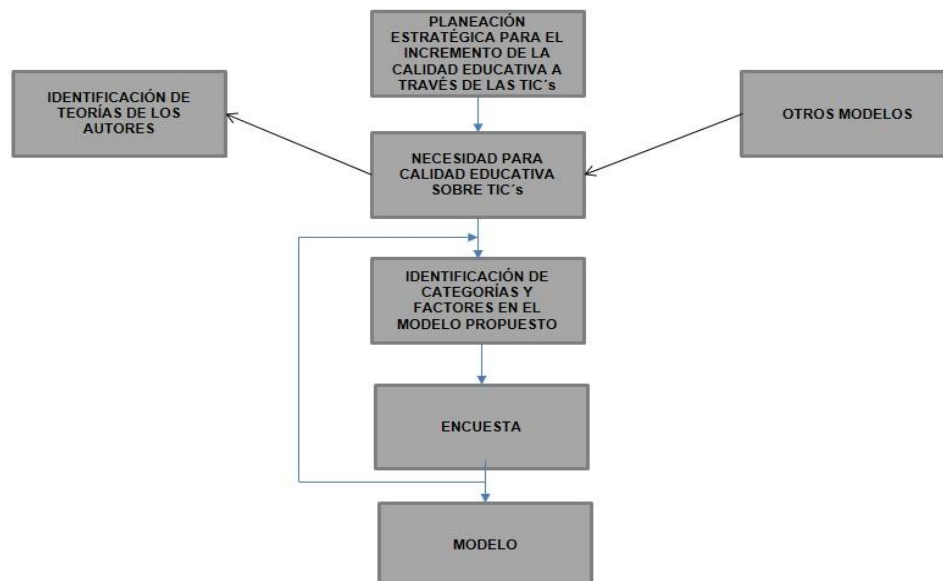


Figura No. 3.1 a. Diseño metodológico de la investigación.
Fuente: Elaboración propia.

Este trabajo de investigación se puede visualizar también de la manera en que se fueron realizando los pasos hasta llegar a la propuesta de un modelo de fortalecimiento de las TIC a través de la integración de un sistema de KPI's con soporte en modelos de Análisis de Decisiones (AHP) para el incremento en la competitividad y calidad educativa de las IES públicas en la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira tal y como se muestra en la Figura No. 3.1 b.

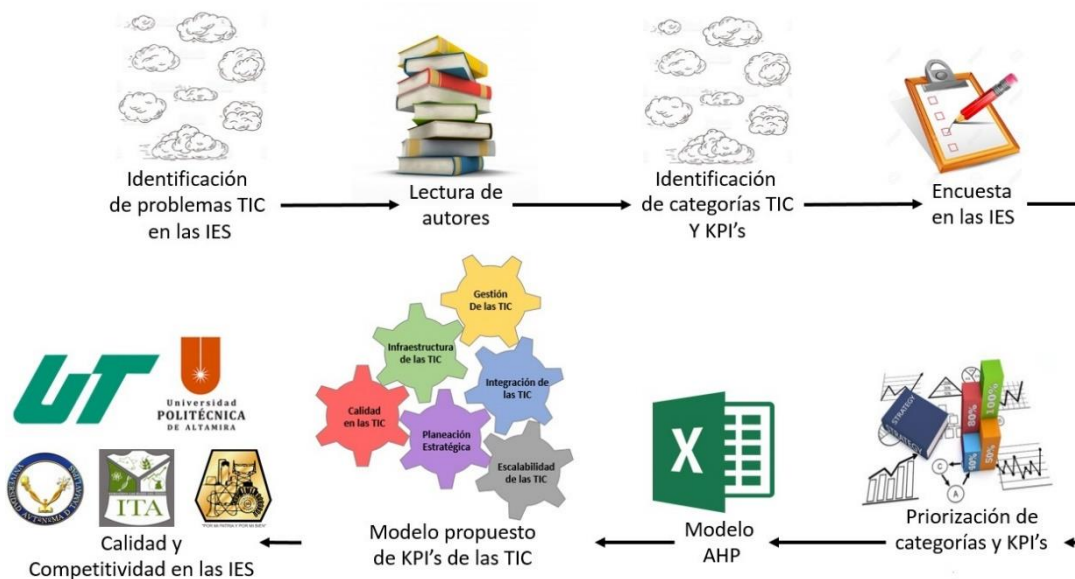


Figura No. 3.1 b. Pasos generales para generar el modelo propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

3.2. Diseño y tipo de investigación

El diseño es experimental debido a que se van a identificar las variables de mayor impacto en la calidad educativa a través del uso de las TIC y se van a manipular para su mayor optimización en los resultados.

El tipo de investigación es correlacional dado que se tiene como objetivo medir y evaluar el grado de relación entre las variables y su impacto en la calidad educativa categorizando los indicadores o variables jerarquizando su área de impacto en la calidad de la educación en las Instituciones de Educación Superior de la zona conurbada formada por las ciudades de Tampico, Madero y Altamira.

3.3. Población y muestra

Para ese trabajo de investigación doctoral se consideraron a todas las IES públicas de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira del Estado de Tamaulipas, por lo cual dicho trabajo se constituyó en un censo aplicado a la totalidad de estas instituciones.

En específico, dicho censo se conforma por las Instituciones de Educación Superior públicas de la zona conurbada mostradas en la Tabla No. 3.1.

Tabla No. 3.1. IES públicas de la zona conurbada que conforman la muestra.

IES Pública	Siglas	Ciudad	Extracto	Plan
Instituto Tecnológico de Ciudad Madero	ITCM	Madero	Federal	Semestral
Universidad Autónoma de Tamaulipas (CUTM)	UAT	Tampico	Estatal	Semestral
Instituto Tecnológico de Altamira	ITA	Altamira	Federal	Semestral
Universidad Tecnológica de Altamira	UTA	Altamira	Estatal	Cuatrimestral
Universidad Politécnica de Altamira	UPALT	Altamira	Estatal	Cuatrimestral

Fuente: Elaboración propia.

3.4. Categorización o dimensiones del modelo

De acuerdo a las lecturas y trabajos de investigación consultados en el capítulo anterior (Marco Teórico) se han identificado seis categorías o dimensiones que conformarán parte del modelo de fortalecimiento de las TIC para el incremento en la competitividad de las IES públicas en la zona conurbada Tampico, Madero y Altamira, a través de un sistema de KPI's. Dichas categorías se derivaron de la alta frecuencia de consideración dentro del estudio de los autores analizados, los cuales realizaron en conjunto 197 referencias a ellas así como las entrevistas a los especialistas TIC de dichas IES donde se verificaron sus infraestructuras. Se consideraron trabajos similares al presente y, de estas tres fuentes de información, se seleccionaron las siguientes categorías para formar el modelo propuesto.

1. Gestión de las TIC
2. Infraestructura de las TIC
3. Integración de las TIC
4. Escalabilidad de las TIC
5. Calidad en las TIC
6. Planeación Estratégica

3.4.1. Gestión de las TIC

En esta categoría es necesario citar nuevamente a Zapata (2016) quien nos da los siguientes puntos que deben de considerarse al administrar las TIC:

- Son componentes básicos de los sistemas de información.
- La organización de las TIC como unidad interna dentro de la empresa.
- Los servicios TIC que demanda el personal de la empresa.
- Se consideran activos o recursos estratégicos de la empresa.
- Se consideran también como inversión (ROI).

También se busca responder los siguientes cuestionamientos:

- ¿Cuál es el rol estratégico de las TIC en el negocio?
- ¿Cuál es la configuración más adecuada de las elecciones técnicas?
- ¿Cómo se pueden coordinar efectivamente las acciones para proveer los servicios TIC?
- ¿Cuáles son las TIC que satisfacen los requerimientos del negocio?
- ¿Cuáles son los proyectos y las inversiones TIC prioritarios?

Dentro de esta categoría se encontraron los siguientes factores o indicadores, los cuales se describirán en la siguiente sección:

1. Proyectos
2. Control
3. Mantenimiento
4. Políticas de uso y préstamo
5. Priorización de recursos
6. Mecanismos administrativos y toma de decisiones
7. Leyes y regulaciones
8. Gestión Institucional
9. Estructura Organizacional

3.4.2. Infraestructura de las TIC

De acuerdo a OECD (2012), esta categoría se encarga de garantizar que los recursos tecnológicos se asignen a las inversiones más rentables y convenientes. Otro aspecto fundamental de esta categoría tiene que ver con las expectativas de crecimiento en el número de usuarios que deberán acceder a las TIC en base a la oferta y la demanda, así como la obtención de beneficios del rendimiento de inversiones anteriores.

También se consideran en esta categoría todos aquellos sistemas de información que deben de estar implementados en las instituciones, así como las herramientas disponibles que se deben de usar para la extracción y análisis de información que se utilizará para la toma de decisiones.

Dentro de esta categoría se encontraron los siguientes indicadores, los cuales se describirán en la siguiente sección:

1. Information System
2. Enterprise System
3. Herramientas
4. Telemática
5. Telecomunicaciones
6. Componentes básicos
7. Activos o recursos estratégicos
8. Inversión (ROI)
9. Número de usuarios

3.4.3. Integración de las TIC

En la Educación Superior, esta categoría tiene que ver con la identificación de indicadores de desempeño que nos darán una idea sobre el porcentaje total de cobertura de las TIC en los planteles educativos. Otro aspecto que se considera es el efecto de la tecnología sobre el rendimiento y aprendizaje del alumnado, así como las perspectivas y actitudes de los elementos que forman parte del proceso enseñanza-aprendizaje.

En esta categoría se encontraron los siguientes factores, los cuales se describirán en la siguiente sección:

1. Tecnologías digitales
2. Redes de convergencia
3. Servicios integrados
4. Acceso
5. Prácticas de uso

3.4.4. Escalabilidad de las TIC

En cuanto a la escalabilidad de las TIC en su faceta pedagógica se puede establecer de acuerdo a Soto (2014) que es aquella característica donde las transformaciones proyectadas y generadas se orientan a un crecimiento en cuanto a proyectos TIC.

También es importante destacar que esta característica está relacionada con las mediciones continuas de las TIC en contra de versiones anteriores de las mismas, en donde el objetivo primordial es obviamente superar los estándares fijados por tecnologías anteriores e ir siempre en busca de mejores tecnologías. Además, esta categoría también se relaciona directamente con los incrementos en la velocidad de la información, así como las innovaciones tecnológicas que con frecuencia surgen a cada momento y que las IES deberán de tener la capacidad de absorberlas en la medida en que éstas se presenten.

Para esta categoría se encontraron los siguientes factores:

1. Mediciones
2. Velocidad de la información
3. Innovación
4. Número de usuarios.

3.4.5. Calidad de las TIC

La calidad de las TIC en las IES busca la manera de adaptar los avances tecnológicos en las IES con prontitud ya que en la medida de que esa adaptación y absorción se implementen en las universidades, crecerá de manera proporcional la calidad de los servicios ofertados por dichas instituciones.

La calidad sin duda deberá permear en los bienes, servicios y productos ofertados por las Instituciones de Educación Superior; así mismo, la calidad de las TIC educativas deberán de tener influencia en la competitividad entre este tipo de

instituciones educativas. También se encontraron en las lecturas diferentes TIC que buscan el incremento en la calidad de aprendizaje de los alumnos universitarios tales como el e-Learning, b-Learning y el PLE, descritos en el Capítulo II.

Los factores que integran esta categoría son los siguientes:

1. Impacto
2. Servicios
3. Productos
4. Competitividad
5. Perspectivas y actitudes
6. Estudio tecnológico, político y socioeconómico
7. Indicadores cuantitativos
8. e-Learning
9. b-Learning
10. PLE

3.4.6. Planeación Estratégica

En el ámbito de la Educación Superior, la *planeación estratégica* es considerada como una actividad crítica, orientada a mejorar sus funciones con eficiencia y calidad, que ha motivado distintos trabajos descriptivos y de análisis, donde algunos de ellos se han centrado en comparar diversos métodos con base en algunos planteamientos a fin de desarrollar un modelo integral. Ángeles (2012).

Los factores encontrados en el marco teórico que forman a la Planeación Estratégica son:

1. Innovación docente
2. Cambios organizativos
3. Amenaza de competidores
4. Proveedores
5. Clientes
6. Productos sustitutos
7. Gobierno
8. Plan
9. Patrón
10. Posición
11. Perspectiva
12. Finanzas
13. Procesos internos del negocio
14. Creación de mercados
15. Pieza clave de la organización
16. Tipo de descentralización

3.5. Tabulación de los factores TIC

3.5.1. Factores de la Gestión de las TIC

Sobre la Gestión de las TIC se encontró en la literatura que esta categoría se conforma por los siguientes factores o indicadores especificados en la Tabla No. I del ANEXO A (CATÁLOGO DE INDICADORES DEL MODELO POR CATEGORÍA), en la cual se proporciona una breve explicación de cada uno de ellos.

3.5.2. Factores de la Infraestructura de las TIC

De igual manera, en las características de la Infraestructura de las TIC se encontraron los siguientes indicadores o factores, los cuales se muestran en la Tabla No. II del ANEXO A, junto con una breve descripción de cada uno de ellos.

3.5.3. Factores de la Integración de las TIC

En cuanto a la integración de las TIC en el sector educativo se localizaron los indicadores mostrados en la Tabla No. III del ANEXO A.

3.5.4. Factores de la Escalabilidad de las TIC

Sobre los indicadores o factores que conforman a la característica de escalabilidad de las TIC se encontraron los mostrados en la Tabla No. IV del ANEXO A.

3.5.5. Factores de la Calidad en las TIC

A continuación se muestran en la Tabla No. V del ANEXO A los indicadores que integran a la categoría de Calidad en las TIC en el sector educativo.

3.5.6. Factores de la Planeación Estratégica

Por último, la categoría de Planeación Estratégica está formada por los indicadores mostrados en la Tabla No. VI del ANEXO A.

3.5.7. Tabulaciones por autor

En este apartado se mostrarán seis tablas, una por cada categoría integrante del modelo propuesto. En cada una de dichas tablas se cuenta el número de autores que citan a cada uno de los factores que integran a cada categoría así como también se muestran los porcentajes de cada uno de estos factores integrantes de dicha categoría. Así mismo, se muestra el porcentaje total de cada categoría considerando que se hicieron 197 citas en toda la literatura que se consideró en el Marco Teórico. Cabe resaltar que la tabla correspondiente a la categoría de Planeación Estratégica es la que acumuló más factores (16) y es por ello que esta tabla se muestra de manera diferente a las demás. La primera de ellas es la referente a los autores que citan a la gestión de las TIC en la Tabla No. 3.2. En dicha figura se mencionan los autores que se pronunciaron o que aportaron algunos elementos en favor de esta categoría así como el cálculo de porcentajes de cada uno de los elementos que integran a esta dimensión, tanto de manera particular como de manera global de todo el modelo.

Tabla No. 3.2. Autores por categoría de Gestión de las TIC.

		CLASIFICACIÓN	GESTIÓN DE LAS TIC								
#	Año	FACTORES	PROYECTOS	CONTROL	MANTENIMIENTO	POLÍTICAS DE PARA USO Y PRÉSTAMO	PRIORIZACIÓN DE RECURSOS	MECANISMOS ADVOS Y TOMA DE DECISIONES	LEYES Y REGULACIONES	GESTIÓN INSTITUCIONAL	ESTRUCTURA ORGANIZACIONAL
1	2005	Área				X					
2	2007	OCDE	X		X						
3	2008	Bermúdez				X					
4	2009	Cobo				X					
5	2010	Tapia						X			
6	2011	Galindo				X					
7	2012	OCDE	X			X	X				
8	2013	Romero	X	X	X	X					
9	2014	Soto	X	X	X	X					
10	2014	Rodríguez		X			X				
11	2014	Nivien			X	X		X	X		X
12	2015	Cano						X			
13	2016	Zapata	X								
14	2016	Humanante				X				X	
15	2016	Nolasco				X	X			X	X
16	2016	Capanegra								X	
		% FACTOR	5	3	4	10	3	3	1	3	2
		PORCENTAJE	0,0253	0,0152	0,0203	0,0507	0,0152	0,0152	0,0050	0,0152	0,0101
		CATEGORÍA	34								
		% CATEGORÍA	34/197=	0,1725							

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla No. 3.3 nos muestra tanto los autores que se pronunciaron por la categoría de Infraestructura de las TIC como los porcentajes de cada uno de sus nueve factores y el porcentaje total de la categoría.

Tabla No. 3.3. Autores por categoría de Infraestructura de las TIC.

#	Año	CLASIFICACIÓN	INFRAESTRUCTURA DE LAS TIC								
		FACTORES	INFORMATION SYSTEM	ENTERPRISE SYSTEM	HERRAMIENTAS	TELEMÁTICA	TELECOMUNICACIONES	COMPONENTES BÁSICOS	ACTIVOS O RECURSOS ESTRATÉGICOS	INVERSIÓN (ROI)	NÚMERO DE USUARIOS
1	2001	Hernández							X		X
2	2003	Lawler			X						
3	2005	Área							X		
4	2005	OCDE					X	X			
5	2007	OCDE					X				X
6	2008	Bermúdez							X		
7	2008	Tello					X				
8	2009	Cobo			X		X				
9	2010	Tapia							X		
10	2011	Díaz			X				X		
11	2012	OCDE							X	X	X
12	2013	Romero							X		
13	2013	Montaño				X			X		
14	2014	Soto							X		
15	2014	Gámiz							X		
16	2015	Chávez	X		X				X		
17	2015	Cano		X	X						
18	2016	Zapata	X					X	X	X	
19	2016	Olufemi	X	X		X	X				
20	2016	Humanante							X		
21	2016	Nolasco			X				X		
22	2016	Evren					X	X			
23	2016	Grande									X
			3	2	6	2	6	3	14	2	4
		% FACTOR	0,0152	0,0101	0,0304	0,0101	0,0304	0,0152	0,0710	0,0101	0,0203
		CATEGORÍA	42								
		% CATEGORÍA	42/197=	0,2131							

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla No. 3.4 nos detalla los cinco indicadores que forman la categoría de Integración de las TIC, así como los autores que consideran a estos indicadores y el cálculo de porcentaje de cada elemento dentro de esta dimensión así como el porcentaje de manera general dentro del modelo.

Tabla No. 3.4. Autores por categoría de Integración de las TIC.

		CLASIFICACIÓN	INTEGRACIÓN DE LAS TIC				
#	año	FACTORES	TECNOLOGÍAS DIGITALES	REDES DE CONVERGENCIA	SERVICIOS INTEGRADOS	ACCESO	PRÁCTICAS DE USO
1	2005	Área					X
2	2007	OCDE		X	X	X	
3	2009	Cobo		X	X	X	
4	2011	Galindo		X			
5	2011	Ávila				X	
6	2013	Romero		X	X		
7	2013	Montaño		X		X	
8	2013	OCDE			X		
9	2014	Rodríguez					X
10	2015	Chávez		X			
11	2015	Cano			X		
12	2015	Aleksejeva				X	
13	2016	Zapata			X		
14	2016	Olufemi	X	X			
15	2016	Humanante			X	X	
16	2016	Nolasco			X	X	
17	2016	Capanegra			X		
18	2016	Evren			X		
19	2016	Grande				X	
			1	7	10	8	2
		% FACTOR	0,0050	0,0355	0,0507	0,0406	0,0101
		CATEGORÍA	28				
		% CATEGORÍA	28/197=	0,1421			

Fuente: Elaboración propia.

Los porcentajes de los cuatro factores de la categoría de Escalabilidad de las TIC así como su porcentaje total y los autores que citan a esta categoría se especifican en la Tabla No. 3.5. Al final de la misma se concentra el total de las 20 referencias citadas por los autores así como los porcentajes de cada indicador, tanto en esta categoría como de manera global dentro del modelo.

Tabla No. 3.5. Autores por categoría de Escalabilidad de las TIC.

#	año	CLASIFICACIÓN FACTORES	ESCALABILIDAD DE LAS TIC			
			MEDICIONES	VELOCIDAD DE LA INFORMACIÓN	INNOVACIÓN	NÚMERO DE USUARIOS
1	2001	Hernández				X
2	2003	Lawler	X			
3	2005	Área	X			
4	2006	Olivé			X	
5	2007	OCDE				X
6	2008	Bermúdez			X	
7	2009	Cobo			X	
8	2010	Pons		X		
9	2011	Galindo			X	
10	2011	Ávila	X			
11	2012	OCDE	X			X
12	2013	OCDE			X	
13	2013	UNAM			X	
14	2015	Aleksejeva			X	
15	2015	Sampedro		X		
16	2016	Nolasco			X	
17	2016	Grande		X	X	X
			4	3	9	4
		% FACTOR	0,0203	0,0152	0,0456	0,0203
		CATEGORÍA	20			
		% CATEGORÍA	20/197=	0,1015		

Fuente: Elaboración propia.

Los autores, los porcentajes de los 10 factores y el porcentaje total de la categoría denominada Calidad en las TIC se muestran en la Tabla No. 3.6.

Tabla No. 3.6. Autores por categoría de Calidad en las TIC.

#	Año	CLASIFICACIÓN	CALIDAD EN LAS TIC									
			IMPACTO	SERVICIOS	PRODUCTOS	COMPETITIVIDAD	PERSPECTIVAS Y ACTITUDES	ESTUDIO TECNOLÓGICO, POLÍTICO Y SOCIOECONÓMICO	INDICADORES CUANTITATIVOS	e-LEARNIG	b-LEARNING	PLE
1	2002	OCDE		X								
2	2005	Área					X		X			
3	2005	OCDE			X							
4	2006	Olivé	X	X	X							
5	2007	OCDE		X								
6	2008	Tello				X						
7	2009	Cobo	X	X								
8	2010	Zambrano								X		
9	2011	Galindo			X	X						
10	2011	Díaz									X	
11	2011	Ávila							X			
12	2012	OCDE		X		X	X					
13	2012	Ángeles						X				
14	2013	Romero		X								
15	2013	OCDE		X								
16	2013	UNAM							X			
17	2013	López	X		X	X			X			
18	2014	Soto			X							
19	2014	Gámiz				X					X	
20	2015	Cano		X								
21	2015	Velázquez				X						
22	2015	Aleksejeva		X		X			X			
23	2016	Zapata	X	X				X				
24	2016	Olufemi			X							
25	2016	Humanante		X								X
26	2016	Nolasco	X	X		X			X			
27	2016	Capanegra		X	X	X						
28	2016	Evren		X								
29	2016	Grande	X		X							
30	2016	Mejía			X					X		
			6	14	9	9	2	2	6	2	2	1
		% FACTOR	0,0304	0,0710	0,0456	0,0456	0,0101	0,0101	0,0304	0,0101	0,0101	0,0050
		CATEGORÍA	53									
		% CATEGORÍA	53/197=	0,2690								

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, la categoría de Planeación Estratégica por estar formada por 16 indicadores se muestra de una manera diferente a las anteriores pero muestra la misma información en la Tabla No. 3.7.

Tabla No. 3.7. Autores por categoría de Planeación Estratégica.

#	FACTORES	KAPLAN, 1996	MINTZBERG, 2000	MINTZBERG, 2005	PORTER, 2008	BERMÚDEZ, 2008	ÁNGELES, 2012	MENDOZA, 2013		% FACTOR
1	INNOVACIÓN DOCENTE					X	X		2	0,0101
2	CAMBIOS ORGANIZATIVOS						X		1	0,0050
3	AMENAZA DE COMPETIDORES				X			X	2	0,0101
4	PROVEEDORES				X				1	0,0050
5	CLIENTES	X			X				2	0,0101
6	PRODUCTOS SUBSTITUTOS				X				1	0,0050
7	GOBIERNO				X				1	0,0050
8	PLAN			X					1	0,0050
9	PATRÓN			X					1	0,0050
10	POSICIÓN			X					1	0,0050
11	PERSPECTIVA			X		X			2	0,0101
12	FINANCIERAS	X							1	0,0050
13	PROCESOS INTERNOS DEL NEGOCIO	X							1	0,0050
14	CREACIÓN DE MERCADOS							X	1	0,0050
15	PIEZA CLAVE DE LA ORG		X						1	0,0050
16	TIPO DE DESCENTRALIZACIÓN		X						1	0,0050
	TOTALES								20	0,1015

Fuente: Elaboración propia.

3.6. Priorización de indicadores

3.6.1. Análisis de tendencias por categoría y por factor

Con el objeto de priorizar tanto las categorías como los factores que componen a cada una de las seis categorías que conforman el modelo, se pretende mostrar a través de tablas los cálculos en términos porcentuales para la rápida priorización tanto de las categorías como de los factores integrantes de ellas.

Comprobamos el nivel de priorización de las categorías y factores que integran al modelo y se contrastará con la realidad dicha por los autores y contra las IES públicas de la región.

En los apartados siguientes se mostrarán dichas tablas, empezando por las categorías y, después, los factores de cada una de las categorías.

3.6.2. Cálculo de las ponderaciones o nivel de importancia por categoría

El modelo propuesto consta de las seis categorías explicadas con anterioridad. En la Tabla No. 3.8 se muestra el acumulado de autores que se han pronunciado a favor de cada una de ellas y al final de la tabla se muestra el acumulado total (197) de las citas que han hechos los autores sobre los factores que integran cada una de estas categorías y que servirá como base a los cálculos subsecuentes. Dicha tabla se encuentra ordenada de acuerdo al porcentaje para la rápida priorización de las categorías.

Tabla No. 3.8. Número de autores por categoría.

CATEGORÍA TIC	CANTIDAD	PORCENTAJE
Calidad en las TIC	53	26.90%
Infraestructura de las TIC	42	21.31%
Gestión de las TIC	34	17.25%
Integración de las TIC	28	14.21%
Planeación Estratégica	20	10.15%
Escalabilidad de las TIC	20	10.15%
TOTAL	197	100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Como podrá observarse, la categoría que tiene un mayor peso específico es la de Calidad de las TIC con un 26.90% y la que menos porcentaje mostró fueron las categorías que competen a la Planeación Estratégica y a la Escalabilidad de las TIC con apenas un 10.15% en cada una de ellas.

3.6.3. Cálculo de las ponderaciones o nivel de importancia por factor

Para calcular los porcentajes de cada factor sólo se divide el número de veces en que cada autor citó a dicho factor entre el total de veces que fueron citados por todos los autores. Dichos resultados aparecen en cada una de las tablas siguientes ordenados de mayor porcentaje a menor porcentaje.

Para el análisis correlacional (relación de los factores con cada categoría) se utilizó el generador de gráficas de Excel 2013 seleccionando la opción de gráficas radiales las cuales se localizan al final de cada una de las tablas de los factores que incluyen a cada categoría o dimensión del modelo y que muestran la interdependencia entre las seis categorías con sus factores.

Cálculo y gráfica radial de los factores de la categoría de la Gestión de las TIC

A continuación se mostrarán los cálculos que se hacen para determinar el peso específico de cada uno de los factores que integran a la categoría de Gestión de las TIC. Los resultados de estos cálculos se muestran en la Tabla No. 3.9.

Tabla No. 3.9. Cálculo de los factores de la Gestión de las TIC.

FACTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Políticas para préstamo y uso	10	5.07%
Proyectos	5	2.53%
Mantenimiento	4	2.03%
Control	3	1.52%
Priorización de recursos	3	1.52%
Mecanismos administrativos y toma de decisiones	3	1.52%
Gestión Institucional	3	1.52%
Estructura organizacional	2	1.01%
Leyes y regulaciones	1	0.50%
TOTAL	34	17.25%

Fuente: Elaboración propia.

Aquí se encontró que el indicador de políticas para el préstamo y uso de las TIC sobresale con un 5.07% mientras que las leyes y regulaciones externas tienen poca incidencia en la Gestión de las TIC con un 0.50%. La gráfica radial de los factores que integran a la categoría de Gestión de las TIC se muestra en la Figura 3.2.

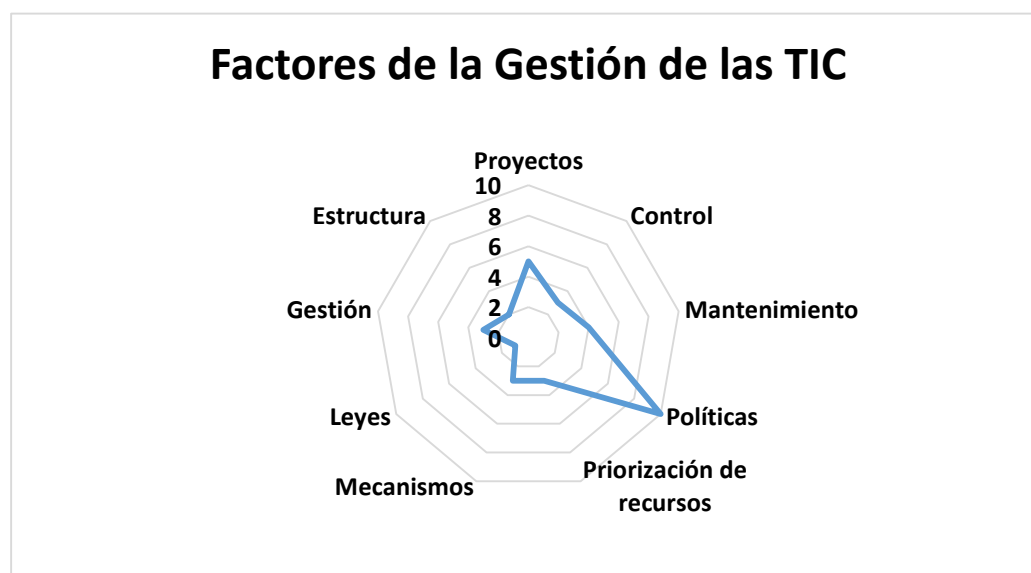


Figura No. 3.2. Gráfica radial de la categoría de Gestión de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo y gráfica radial de los factores de la categoría de Infraestructura de las TIC

En la Tabla No. 3.10 se muestran los porcentajes correspondientes a los factores que integran la categoría de Infraestructura de las TIC.

Tabla No. 3.10. Cálculo de los factores de la Infraestructura de las TIC.

FACTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Activos o recursos estratégicos	14	7.10%
Herramientas	6	3.04%
Telecomunicaciones	6	3.04%
Número de usuarios	4	2.03%
Componentes básicos	3	1.52%
Information System	3	1.52%
Enterprise System	2	1.01%
Telemática	2	1.01%
Inversión (ROI)	2	1.01%
TOTAL	42	21.31%

Fuente: Elaboración propia.

El factor en esta categoría que representa un mayor peso específico es el de los activos o recursos estratégicos con un 7.10% mientras que los indicadores relativos al Enterprise System, Telemática y recuperación de la inversión (ROI) sólo representan el 1.01% cada uno de ellos. La categoría de Infraestructura de las TIC está formada por nueve factores, los cuales generan el gráfico radial mostrado en la Figura No. 3.3.

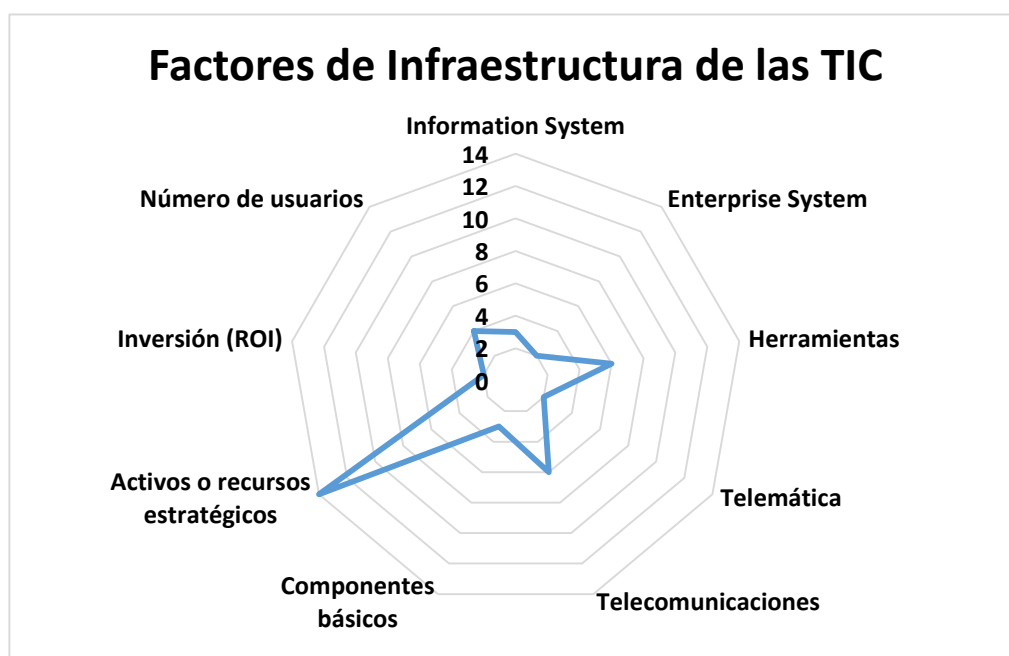


Figura No. 3.3. Gráfica radial de la categoría de Infraestructura de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo y gráfica radial de los factores de la categoría de Integración de las TIC

En cuanto al cálculo de los factores de la categoría de Integración de las TIC se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla No. 3.11.

Tabla No. 3.11. Cálculo de los factores de la Integración de las TIC.

FACTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Servicios integrados	10	5.07%
Acceso	8	4.06%
Redes de convergencia	7	3.55%
Prácticas de uso	2	1.01%
Tecnologías digitales	1	0.50%
TOTAL	28	14.21%

Fuente: Elaboración propia.

Dentro de los indicadores de la Integración de las TIC, el que obtiene mayor peso específico es el que concierne a los servicios integrados con un 5.07%; en contraparte, las tecnologías digitales apenas alcanzaron un 0.50%.

La categoría de Integración de las TIC se forma por los cinco factores mostrados en la gráfica radial de la Figura No. 3.4.

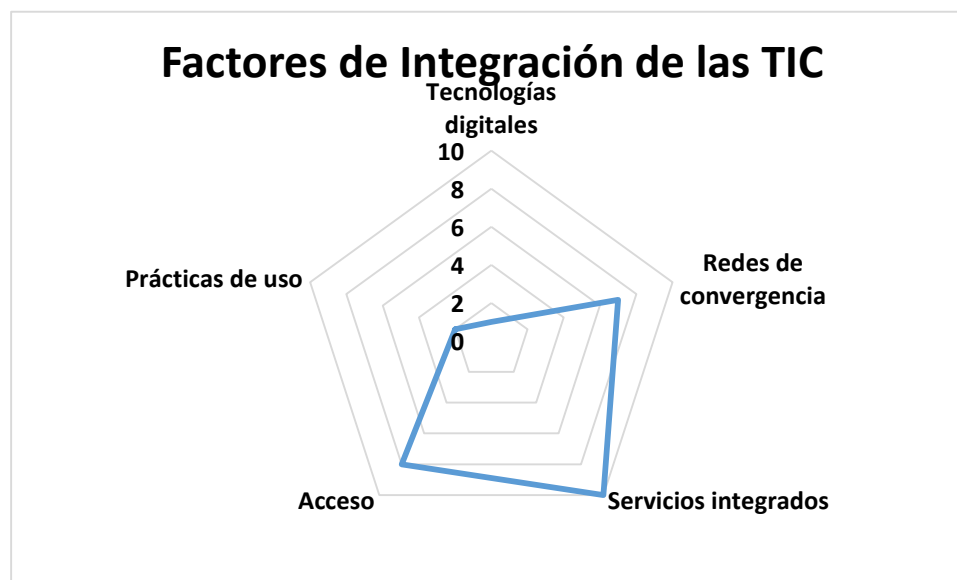


Figura No. 3.4. Gráfica radial de la categoría de Integración de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo y gráfica radial de los factores de la categoría de Escalabilidad de las TIC

La categoría de Escalabilidad de las TIC presenta los siguientes factores con sus respectivos porcentajes mostrados en la Tabla No. 3.12.

Tabla No. 3.12. Cálculo de los factores de Escalabilidad de las TIC.

FACTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Innovación	9	4.56%
Mediciones	4	2.03%
Número de usuarios	4	2.03%
Velocidad de la Información	3	1.52%
TOTAL	20	10.15%

Fuente: Elaboración propia.

Para los factores que integran la Escalabilidad de las TIC, se encontró que la innovación es el factor más importante con un 4.56% mientras que el menos favorecido fue la velocidad de la información con 1.52%. La categoría de Escalabilidad de las TIC tiene los cuatro factores que se especifican en la gráfica radial de la Figura No. 3.5.

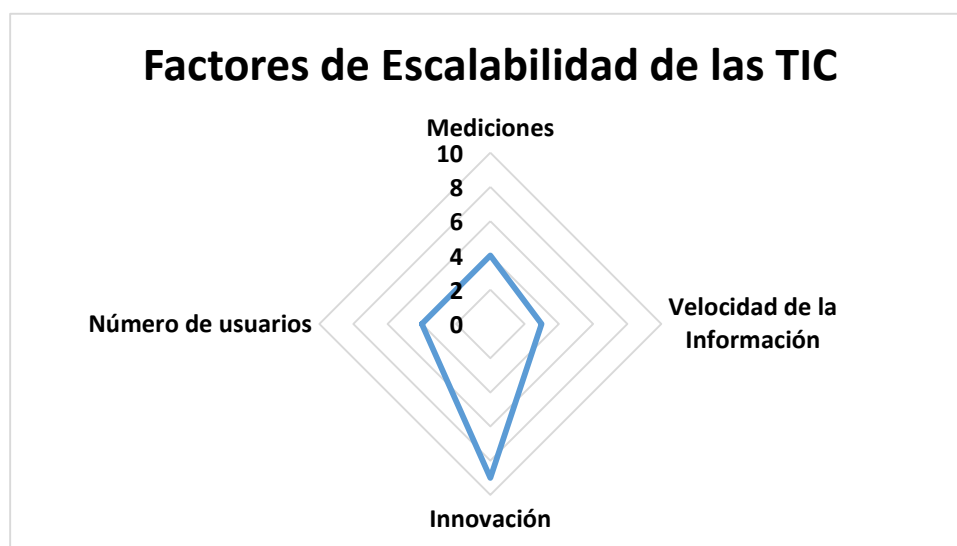


Figura No. 3.5. Gráfica radial de la categoría de Escalabilidad de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo y gráfica radial de los factores de la categoría de Calidad en las TIC

Los porcentajes calculados de los factores que integran a la categoría de Calidad en las TIC se muestran en la Tabla No. 3.13.

Tabla No. 3.13. Cálculo de los factores de Calidad en las TIC.

FACTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Servicios	14	7.10%
Productos	9	4.56%
Competitividad	9	4.56%
Impacto	6	3.04%
Indicadores cuantitativos	6	3.04%
Perspectivas y actitudes	2	1.01%
Estudio tecnológico, político y socioeconómico	2	1.01%
e-Learning	2	1.01%
b-Learning	2	1.01%
PLE	1	0.50%
TOTAL	53	26.90%

Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a los factores de Calidad en las TIC, se observa que el servicio es el factor más importante pues representa un 7.10% del total; por otro lado, el factor de ambientes personalizados de aprendizaje (PLE) solo alcanzó un 0.50%,

La categoría de Calidad en las TIC consta de 10 factores que se muestran en la gráfica radial de la Figura No. 3.6.

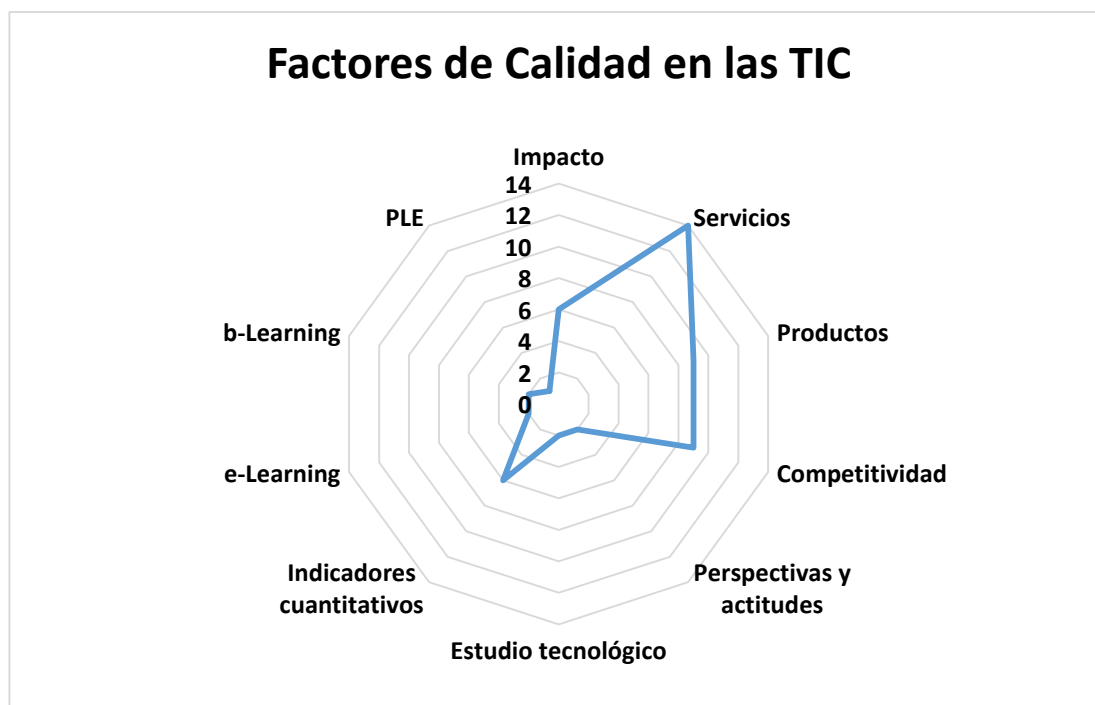


Figura No. 3.6. Gráfica radial de la categoría de Calidad en las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo y gráfica radial de los factores de la categoría de Planeación Estratégica

En la categoría de Planeación Estratégica, los cálculos de los porcentajes quedaron expresados en la Tabla No. 3.14.

Tabla No. 3.14. Cálculo de los factores de Planeación Estratégica.

FACTOR	CANTIDAD	PORCENTAJE
Innovación docente	2	1.01%
Amenaza de competidores	2	1.01%
Clientes	2	1.01%
Perspectiva	2	1.01%
Cambios organizativos	1	0.50%
Proveedores	1	0.50%
Productos sustitutos	1	0.50%
Gobierno	1	0.50%
Plan	1	0.50%
Patrón	1	0.50%
Posición	1	0.50%
Financieras	1	0.50%
Procesos internos del negocio	1	0.50%
Creación de mercados	1	0.50%
Pieza clave de la organización	1	0.50%
Tipo de descentralización	1	0.50%
TOTAL	20	10.15%

Fuente: Elaboración propia.

En la categoría de Planeación Estratégica se destacan los factores innovación docente, amenaza de competidores, clientes y perspectiva como los más representativos ya que cada uno de ellos absorbe el 1.01%.

La categoría de Planeación Estratégica tiene 16 factores, los cuales generan el gráfico mostrado en la gráfica radial de la Figura No. 3.7.

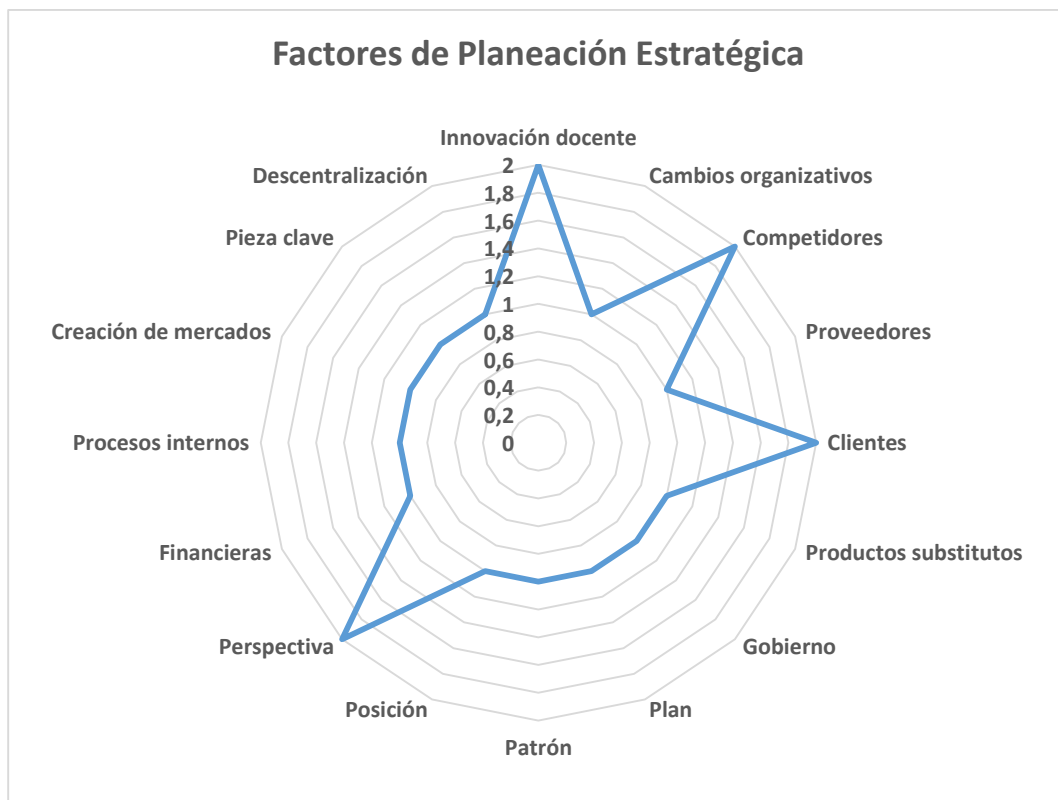


Figura No. 3.7. Gráfica radial de la categoría de Planeación Estratégica.
Fuente: Elaboración propia.

3.7. Diseño del instrumento de medición

En esta sección se elaborará el instrumento de medición de indicadores el cual será una encuesta que consta de seis secciones, una para cada una de las dimensiones del modelo propuesto y cuyo objetivo será el de comprobar la eficiencia del mismo en cuanto a la satisfacción de las necesidades de mejoramiento en la optimización de los recursos TIC de las instituciones en aras de incrementar la calidad educativa que ofertan y de esa manera constatar también que se alcanzaron niveles óptimos de competitividad por parte de las IES del censo.

La encuesta se basará en la escala de Likert con preguntas de opción múltiple con cinco posibles respuestas cada una donde la selección de un valor de 5 es el de mayor valor, mientras que un 1 representará al menor valor y se regirá mediante el siguiente esquema:

5 = totalmente de acuerdo

4 = parcialmente de acuerdo

3 = indiferente

2 = parcialmente en desacuerdo

1 = totalmente en desacuerdo

La encuesta aplicada a las cinco IES del censo se muestra en la Tabla No. I del ANEXO B (INSTRUMENTO DE MEDICIÓN).

CAPÍTULO IV: CASOS DE ESTUDIO

4.1. Universidad Politécnica de Altamira (UPALT)

4.1.1. Antecedentes

La Universidad Politécnica de Altamira (UPALT) forma parte del subsistema de universidades politécnicas que actualmente existen en el país, el cual fue creado por el gobierno federal para ofrecer opciones de Educación Superior pertinentes a las necesidades de desarrollo de los estados de la República, y para contribuir al cumplimiento de los principios de cobertura y equidad en el acceso y de calidad educativa y de vanguardia plasmados en el Programa Nacional de Educación 2001-2006.

Para la creación de la UPALT, la federación y el estado convinieron los términos y condiciones, los cuales se consignaron en el convenio de coordinación para su creación, operación y apoyo financiero, el 11 de octubre de 2006.

Formalmente, la Universidad Politécnica de Altamira fue creada por Decreto Gubernamental, publicado en el Periódico Oficial del Estado de Tamaulipas, el 23 de noviembre de 2006; y el rector fundador fue designado por el gobernador del estado, ingeniero Eugenio Hernández Flores, el 16 de abril de 2007.

El citado ordenamiento señala que La Universidad Politécnica de Altamira es un organismo público descentralizado del Gobierno del Estado de Tamaulipas, con personalidad jurídica y patrimonio propios, con domicilio social en la ciudad de Altamira.

4.1.2. Misión y Visión

La misión de la Universidad Politécnica de Altamira es:

Fortalecer el desarrollo de seres humanos altamente comprometidos con su entorno profesional y social, capaces de enfrentar de manera responsable y ética los retos que las sociedades contemporáneas exigen en un contexto globalizado.

En cuanto a su visión, es la siguiente:

Ser una institución vanguardista que a través de la calidad docente, la cultura de la sustentabilidad, la mejora continua y una gestión transparente y eficaz, coadyuva a la formación de ciudadanos con competencias y conocimientos para la vida.

4.1.3. Estructura organizacional

La Figura No. 4.1 muestra el organigrama general de la Universidad Politécnica de Altamira en la cual se muestran los puestos administrativos y académicos más importantes así como la subdivisión de cada uno de ellos.

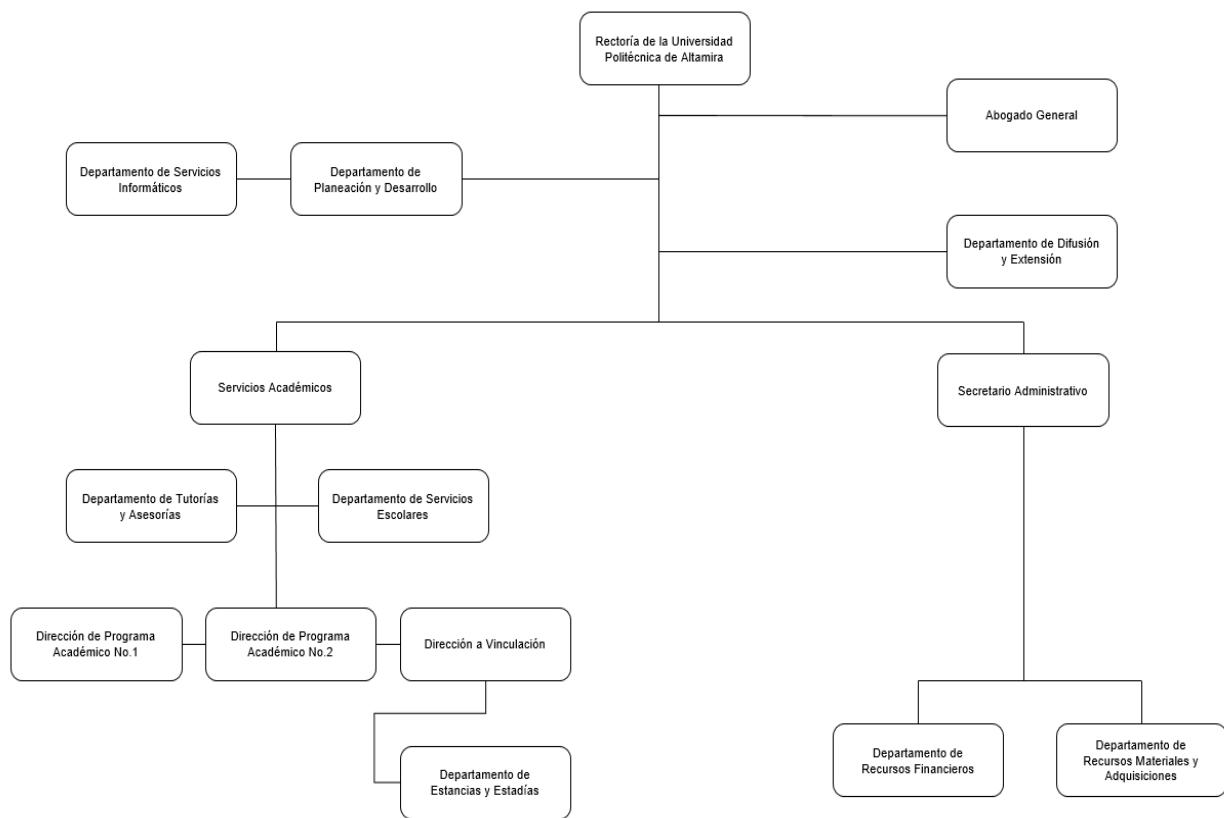


Figura No. 4.1. Organigrama de la UPALT.
Fuente: Universidad Politécnica de Altamira.

4.1.4. Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso

La UPALT cuenta con cuatro ingenierías, las cuales son las siguientes:

1. Ingeniería Industrial (I.I.)
2. Ingeniería en Tecnologías de la Información (I.T.I.)
3. Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones (I.E.T.)
4. Ingeniería en Energía (I.E.)

En cuanto a la planta docente de la UPALT ésta se constituye por Profesores de Tiempo Completo (PTC) y por Profesores de Asignatura (PA) y se resume en la Tabla No. 4.1 de acuerdo a información actualizada en la universidad correspondiente al cuatrimestre Enero a Abril de 2017.

Tabla No. 4.1. Distribución de Profesores de la UPALT.

Carrera	PTC	PA	Totales
Electrónica y Telecomunicaciones	2	5	7
Energía	4	13	17
Tecnologías de la Información	5	7	12
Industrial	13	20	33
TOTALES	24	45	69

Fuente: Universidad Politécnica de Altamira.

La población estudiantil de la UPALT se resume en la Tabla No. 4.2 de acuerdo con datos actuales correspondientes al periodo Enero a Abril de 2017.

Tabla No. 4.2. Matrícula por carreras de la UPALT.

Carrera	Hombres	Mujeres	Totales
Electrónica y Telecomunicaciones	81	18	99
Energía	123	58	181
Tecnologías de la Información	75	56	131
Industrial	274	193	467
TOTALES	553	325	878

Fuente: Universidad Politécnica de Altamira.

En cuanto a Ingeniería Industrial de la UPALT se tiene que su perfil de egreso es un profesionista ético y humanístico; con sólida formación basada en competencias que le brindan un pensamiento crítico; comprometido con el desarrollo social, ecológico, económico, científico y tecnológico del país; líder en su ámbito de trabajo, y con la capacidad de comunicarse en una segunda lengua y de desempeñarse efectivamente en la gestión de optimización de los recursos humanos, materiales, administrativos, financieros y sustentables en los sistemas productivos, manteniendo siempre un alto sentido de ética y responsabilidad con

una actitud positiva y emprendedora que les permita participar en el mejoramiento del desarrollo económico de nuestro estado y de nuestra nación.

El perfil de egreso del estudiante de la carrera de Ingeniería en Tecnologías de la Información de la UPALT es un profesionalista con la capacidad para analizar, diseñar, desarrollar e implementar sistemas basados en el uso de computadoras. Aplica sus conocimientos para dar solución a necesidades diversas en aplicaciones comerciales, industriales, técnicas y de negocios en general. Tiene la capacidad para administrar redes, centros de cómputo, utilizar software de aplicación y realizar investigación relacionada con las tecnologías de la información, que permitan la mejora en la productividad y toma de decisiones en los sectores público y privado.

Los egresados de Ingeniería en Energía de la UPALT sostienen que están orientados al diseño, optimización, instalación, operación y mantenimiento de sistemas energéticos basados en fuentes renovables y no renovables, así como al uso eficiente de energía. Este programa educativo se creó en función de la creciente demanda de energía en la región y de la necesidad de buscar fuentes alternas, más limpias, eficientes pero sobre todo económicas y renovables que serán desarrolladas mediante la investigación que es una parte importante en el programa académico ya que dotará a los alumnos de buenas bases para continuar con estudios de posgrado. Con todas estas competencias y aunado a la experiencia en su campo, el ingeniero en energía es capaz de realizar consultorías, asesorías y gestionar sus recomendaciones durante su intervención en el sector productivo y de servicios.

Finalmente, los egresados de la carrera de Ingeniería en Electrónica y Telecomunicaciones de la UPALT tienen formación en Educación Basada en Competencias, con sólidos conocimientos y habilidades en las áreas de diseño, análisis y mantenimiento de sistemas electrónicos y de telecomunicaciones, en beneficio del desarrollo tecnológico e investigación aplicada, desarrollando

habilidades de liderazgo, comunicación asertiva, toma de decisiones, trabajo en equipo, autoaprendizaje, dominio de una segunda lengua y manejo de herramientas, instrumentos y equipos electrónicos, de cómputo y de telecomunicaciones, que le permiten innovar en su desempeño profesional. Su actitud es creativa, innovadora, proactiva, de pensamiento crítico, de autodisciplina y colaboración, fundamentada en los valores de honestidad, lealtad, responsabilidad, perseverancia, ética profesional y social.

4.1.5. Infraestructuras TIC

En la Universidad Politécnica de Altamira actualmente se cuenta con una serie de servicios considerados críticos para la operación del día a día de la Universidad, mismos que se listan a continuación:

- Servicio del Sistema Integral de Información Universitaria (SIIUN).
- Servicios de Educación en Línea (Moodle).
- Servicio de Correo Institucional (Horde WebMail).
- Bases de Datos de dichos servicios. (MySQL).
- Servicio del Sistema de Contabilidad Gubernamental (Korima, Contpaq, Nomipaq)
- Servicios de Licencias en Red de software con fines educativos (Minitab, Autocad, RoboCAD).
- Servicio de Telefonía de Voz sobre IP. (Asterisk).
- Servicio de Internet (Axtel E1 + Infraestructura de Red UPALT + Pfsense + FreeRadius).
- Sistema de Almacenamiento en Red o NAS (FreeNAS).
- Servicio de Virtualización - Máquinas Virtuales donde se ejecutan dichos servicios. (Vmware Sphere Esxi).

Los servidores, en su mayoría, son implementados en Linux específicamente en la distribución Debian, esto a razón de evitar pagar licencias por este concepto

aunque ciertamente carece de las actualizaciones más recientes pero finalmente esto es lo que da la estabilidad en dichos sistemas, sobre Debian se ejecutan los Servicios de: SIIUN, Moodle y Horde WebMail.

En CentOS se ejecuta el servicio de telefonía de voz sobre IP Asterisk, el cual es también un producto de software libre y se encuentra integrado con teléfonos de la marca Cisco, por medio de scripts se generan respaldos de los archivos de configuración y audios del sistema personalizados, que posteriormente son enviados a una carpeta compartida en la NAS de la universidad, utilizando el servicio de SAMBA y SSH (FreeNAS un sólo CPU y un máximo 32 GB de RAM en el host), en esta distribución es donde se ejecutan las máquinas virtuales, mismas que alojan los servicios de la Universidad, la ejecución de respaldos de las máquinas virtuales se realiza por medio de un script bash que envía las capturas o snapshots de los discos duros virtuales, sin necesidad de apagar o detener los servicios de virtualización, estos datos son enviados hacia una carpeta compartida utilizando los servicios de NFS ubicada en la NAS (FreeNAS).

Finalmente para los Sistemas de Contabilidad Gubernamental se utiliza un software propietario denominado Korima que únicamente puede ejecutarse en sistemas operativos de la familia de Microsoft Windows Server Systems, en nuestro caso la versión Enterprise R2 2008.

Actualmente los respaldos de la información más sensible de la Universidad Politécnica de Altamira, son exclusivamente los alojados en los servidores de la Universidad, mismos que se indican a continuación:

- Código de la INTRANET y SIIUN.
- Código y Archivos de la plataforma para alumnado de Educación en Línea (Moodle).
- Código y Archivos de la plataforma para los cursos de Servicios Tecnológicos ofrecidos a la comunidad empresarial de nuestra zona de impacto, en este caso el sur de Tamaulipas (Moodle).

- Código página WEB Institucional.
- Código correo web institucional.
- Archivos de configuración del conmutador.
- Máquinas virtuales.
- Buzones de Correo Electrónico.
- Bases de datos MySQL (SIIUN, INTRANET, Moodle, Página WEB, Correo WEB, Conmutador).
- Bases de Datos del Sistema de Contabilidad Gubernamental, Facturación Electrónica y Nóminas.

En lo referente a respaldos de los servidores Linux de distribuciones Debian y CentOS, el método de respaldo o sistema que se utiliza es por medio de bash scripting, programado (cronjob), en el caso de código o archivos la herramienta principal es “Rsync”, esta utilidad permite hacer respaldos incrementales comparando modificaciones en los archivos de producción y los alojados en la NAS que al tener instalado FreeNAS (Unix) es plenamente compatible con dichas rutinas.

Para los sistemas basados en Microsoft Windows Server, vía SQL Management 2008, se genera una tarea programada que es enviada a una carpeta en la NAS, los respaldos diarios de las bases de datos de Microsoft SQL Server 2008, la cual se ejecuta en un servicio de SAMBA, el cual permite interactuar con el sistema operativo FreeNAS que se ejecuta en la NAS de la Universidad.

En cuanto a la conectividad se cuenta con dos enlaces, ambos enlaces son dedicados. El primer enlace es del tipo E1 con un ancho de banda de 4 mbps y el segundo enlace es del tipo E2, el cual tiene 2 mbps.

4.2. Universidad Tecnológica de Altamira (UT)

4.2.1. Antecedentes

La Universidad Tecnológica de Altamira, nace como un proyecto presentado ante el Gobierno del Estado de Tamaulipas y de los estudios realizados de factibilidad, sobre necesidades en el ramo industrial y de servicios, de la zona conurbada de Altamira, Madero y Tampico; así en febrero del 2002 y en conformidad con el Plan estatal del Gobierno y con el respaldo de la Federación da inicio el proyecto de la UT de Altamira.

Las actividades de la Institución inician con el Proyecto Universidad Tecnológica de Altamira, realizando en esta etapa toda la logística para el arranque de la misma, en el mes de abril del 2002, con la contratación de su personal tanto docente como administrativo.

La Universidad Tecnológica de Altamira inicia operaciones en las instalaciones que en su momento pertenecieron al Instituto de Capacitación Técnica para el Trabajo de Altamira (ICATTA). El día 15 de junio se realiza el primer examen de selección, para los alumnos que se incorporarían, por parte del CENEVAL y el día 05 de agosto del 2002 inicia el curso terapéutico.

En agosto del 2009 se hace el cambio de nombre a las carreras por el ajuste de los programas de estudios a competencias profesionales:

- Desarrollo de Negocios área Mercadotecnia
- Mecatrónica área Automatización
- Mantenimiento área Industrial

En el caso de Química industrial se hace el ajuste del programa hasta el 2010.

- Química Industrial área industrial.

En lo que corresponde a la continuidad de estudios, la Universidad inicia en el mes de mayo del 2010 las Ingenierías:

- Ingeniería en Negocios y Gestión Empresarial.
- Ingeniería en Mecatrónica.
- Ingeniería en Mantenimiento Industrial.
- Ingeniería Química de Procesos Industriales.

Una característica distintiva de esta institución es que los alumnos ingresan en una primera etapa como TSU y una vez concluida el alumno puede optar por continuar un año más y entonces podrá egresar con el título de ingeniero en la especialidad correspondiente.

4.2.2. Misión y Visión

La Universidad Tecnológica de Altamira tiene como misión *formar Técnicos Superiores Universitarios (TSU) altamente competitivos e innovadores para satisfacer las necesidades del sector productivo, de Bienes y servicios, a través de un proceso de enseñanza-aprendizaje de calidad y una vinculación escuela-empresa que conlleve a la sustentabilidad regional y del país.*

En cuanto a su visión, *la Universidad Tecnológica de Altamira contempla ser la mejor alternativa de Educación Superior a través de un proceso de calidad total, comprometidos con las exigencias que demanda el sector industrial ofreciendo Técnicos Superiores Universitarios con la capacidad, eficiencia y eficacia para desempeñarse en el ramo industrial y de servicios.*

Los valores que exalta la Universidad Tecnológica de Altamira son los siguientes:

- Compromiso
- Responsabilidad
- Honestidad
- Respeto
- Disciplina

4.2.3. Estructura organizacional

La Universidad Tecnológica de Altamira está organizada como lo muestra la Figura No. 4.2.

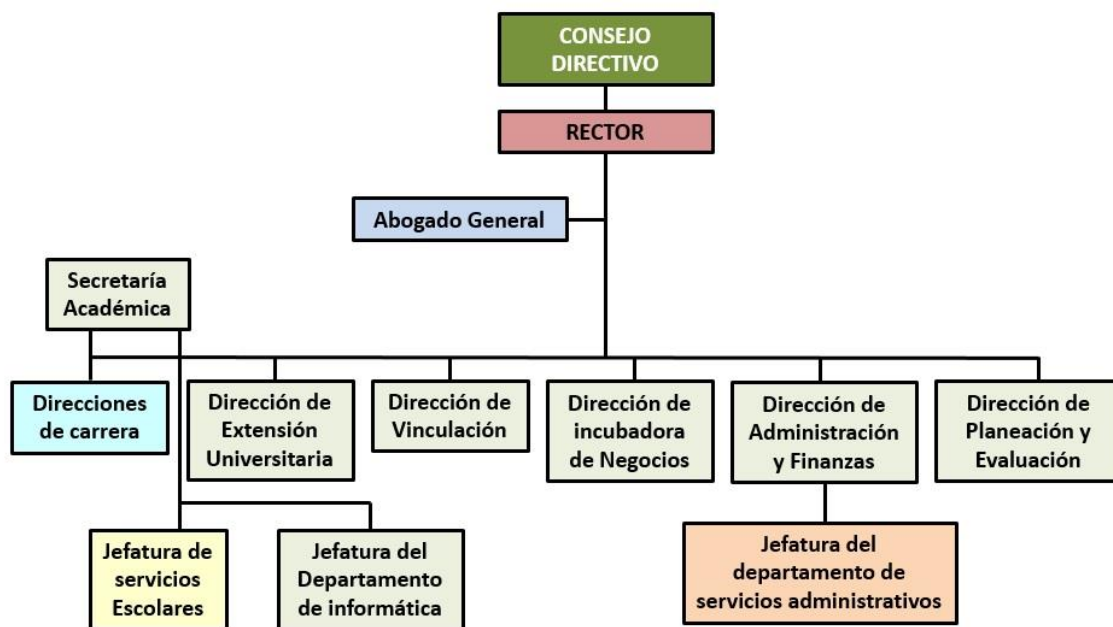


Figura No. 4.2. Organigrama de la UT.
Fuente: Universidad Tecnológica de Altamira.

4.2.4. Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso

La Universidad Tecnológica de Altamira cuenta con nueve carreras de TSU con seguimiento a ingeniería, las cuales cuentan con la siguiente distribución de profesores, tanto de tiempo completo (PTC) como de tiempo parcial (PTP) de acuerdo a la Tabla No. 4.3.

Tabla No. 4.3. Distribución del profesorado en la UT.

Carreras	PTC	PTP	TOTAL
TSU. Desarrollo de Negocios Área Logística y Transporte	15	32	47
TSU. Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia			
TSU. Mantenimiento Área Industrial	15	15	30
TSU. Mantenimiento Área Soldadura			
TSU. Mecatrónica Área Automatización	12	22	34
TSU. Energías Renovables Área Calidad y Ahorro de Energía			
TSU. Nanotecnología Área Materiales	15	30	45
TSU. Química Área Industrial			
TSU. Química Área Prevención de Corrosión			
Total	57	99	156

Fuente: Universidad Tecnológica de Altamira.

Las tablas 4.4 y 4.5 muestran la población estudiantil en la UT (nivel TSU y nivel profesional, respectivamente) de acuerdo a la información proporcionada por dicha institución correspondiente al cuatrimestre Enero – Abril de 2017:

Tabla No. 4.4. Distribución de la matrícula estudiantil en la UT (Nivel TSU).

TSU	Masc	Fem	Total
Desarrollo de Negocios Área Logística y Transporte	82	242	324
Desarrollo de Negocios Área Mercadotecnia	48	139	187
Energías Renovables Área Calidad y Ahorro de Energía	48	17	65
Mantenimiento Área Industrial	204	31	235
Mantenimiento Área Soldadura	39	3	42
Mecatrónica Área Automatización	305	36	341
Nanotecnología Área Materiales	15	16	31
Química Área Industrial	114	100	214
Química Área Prevención de Corrosión	27	32	59
Total	882	616	1,498

Fuente: Universidad Tecnológica de Altamira.

Tabla No. 4.5. Distribución de la matrícula estudiantil en la UT (Profesional).

Carrera	Masc	Fem	Total
Energías renovables	7	5	12
Logística Internacional	21	74	95
Mantenimiento	172	22	194
Mecatrónica	143	14	157
Nanotecnología	6	5	11
Negocios y Gestión Empresarial	17	77	94
Química de Procesos Industriales	81	96	177
Total	447	293	740

Fuente: Universidad Tecnológica de Altamira.

4.2.5. Infraestructuras TIC

La Universidad Tecnológica de Altamira actualmente cuenta con diversos servicios considerados para la operación del día a día de la Universidad, mismos que se listan a continuación:

- Sistema Integral de Información de las Universidades Tecnológicas (SAIIUT).
- Servicio de página WEB institucional.
- Bases de Datos para del Sistema Integral de Sistema Integral de Información de las Universidades Tecnológicas y contables.
- Servicios de Licencias en Red de software con fines educativos (Office 365).
- Servicio de Internet (1xEnlaceTelmex 50Mb, e infraestructura de red interna).

Los servidores cuentan con Linux distribución OpenSUSE y Windows server 2012 r2, dentro de dichos servidores se trabaja con la información de base de datos, sistemas de contabilidad, página web y sistemas informáticos, se cuenta con firewire vigor 3900 para el balanceo de ancho de banda y asignación de (IP DHCP, DNS Y CONTROL MAC).

Actualmente los respaldos de la información de la Universidad Tecnológica de Altamira son alojados en servidores de la Universidad y en la Nube, mismos que se indican a continuación:

- Códigos de SAIUT
- Código página WEB Intranet
- Bases de datos (Intranet, SAIUT y Sistemas contables)

4.3. Instituto Tecnológico de Altamira (ITA)

4.3.1. Antecedentes

El Instituto Tecnológico de Altamira inicia la prestación de servicios en el año de 1975 en la Ciudad y Puerto de Altamira, Tamaulipas, ofreciendo la carrera de Ingeniería en Agronomía con dos especialidades: Fitotecnia y Zootecnia.

Para 1995, debido al desarrollo industrial y empresarial de la región, se apertura la carrera de Licenciatura en Administración con especialidad en Desarrollo Empresarial.

Como resultado del auge industrial en la zona y la demanda mundial de profesionistas ambientales, en el año 2000, se ofrece la carrera de Licenciatura en Biología con la especialidad en Impacto Ambiental.

Producto de la Reforma Educativa a nivel nacional, en el 2008, el ITCM abre las puertas a una nueva generación de estudiantes ofreciendo la carrera de Ingeniería en Gestión Empresarial, bajo un enfoque de enseñanza en competencias profesionales.

Bajo este mismo esquema, en el año 2010 se abre la carrera de Ingeniería en Logística.

Para el 2011, el Instituto Tecnológico de Altamira apertura las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Sistemas Computacionales.

4.3.2. Misión y Visión

En el Instituto Tecnológico de Altamira se contempla la misión de *formar profesionales competitivos, innovadores y creativos que apliquen los avances científicos y tecnológicos en el mercado laboral con sentido humanista comprometidos con el desarrollo sustentable para el entorno global.*

Por otro lado, la visión de dicho Instituto es la de *ser una Institución de Educación Superior Tecnológica líder en la zona sur del estado de Tamaulipas, formadora de profesionales con valores competentes y comprometidos con el desarrollo sustentable en el entorno laboral globalizado, diversificando la oferta educativa.*

Su Política de Calidad es que *se compromete a implementar y mantener un SISTEMA DE GESTIÓN DE LA CALIDAD orientando sus procesos hacia la formación integral del estudiante mediante programas educativos pertinentes y acreditados en un marco de mejora continua que coadyuve al desarrollo sustentable regional, nacional e internacional.*

4.3.3. Estructura Organizacional

En cuanto a la organización del Instituto Tecnológico de Altamira (ITA), éste se representa en la Figura No. 4.3.

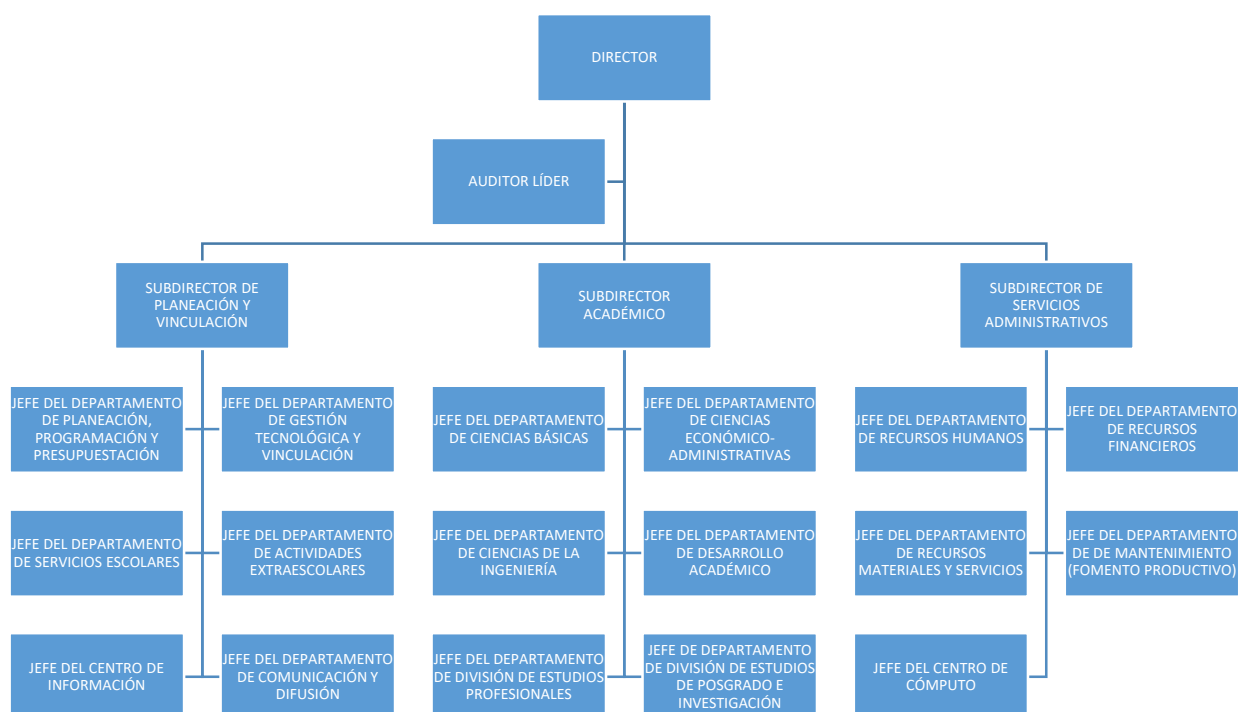


Figura No. 4.3. Organigrama del ITA.
Fuente: Instituto Tecnológico de Altamira.

4.3.4. Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso

En el Instituto Tecnológico de Altamira (ITA) se ofrecen siete carreras a nivel Ingeniería y Licenciatura y una Maestría, las cuales se muestran a detalle en la Tabla No. 4.6 de acuerdo al semestre Enero – Junio de 2017.

Tabla No. 4.6. Matrícula por carrera del ITA.

Carrera	Hombres	Mujeres	Totales
Ingeniería en Agronomía	193	70	263
Licenciatura en Administración	54	132	186
Licenciatura en Biología	45	72	117
Ingeniería en Gestión Empresarial	1	1	2
Ingeniería en Logística	49	99	148
Ingeniería en Sistemas Computacionales	53	17	70
Ingeniería Industrial	250	117	367
Maestría en Producción Pecuaria Tropical	5	3	8
TOTALES	650	511	1,161

Fuente: Instituto Tecnológico de Altamira.

Existen cuatro tipos de profesores en el ITA, los cuales se clasifican como Tiempo Completo, Profesores de $\frac{3}{4}$ de Tiempo, Medio Tiempo y de Horas de Asignatura, los cuales se distribuyen como lo muestra la Tabla No. 4.7.

Tabla No. 4.7. Distribución de Profesores del ITA.

Tipo de Profesor	Licenciatura		Maestría		Doctorado		Totales
	H	M	H	M	H	M	
Tiempo Completo	14	3	10	2	2	3	34
$\frac{3}{4}$ de Tiempo	2	1	1	1	0	0	5
Medio Tiempo	0	0	1	2	0	0	3
Horas de Asignatura	8	7	3	6	0	0	24
TOTALES	24	11	15	11	2	3	66

Fuente: Instituto Tecnológico de Altamira.

4.3.5. Infraestructuras TIC

El ITA cuenta con la siguiente estructura de Tecnologías de Información:

1. Servicio de Sistema Integral de Información. (SII).
2. Servicio de internet (Servicio TELMEX dedicado de 10 MB y servicio TELECABLE RNT UNITY EMPRESARIAL de 100MB).
3. Red de fibra óptica del SITE al edificio "C", "Sala Audiovisual", "Sala de Maestros", "Laboratorio de Cómputo" y "Edificio Administrativo".
4. Dispositivos para conectividad inalámbrica (UBIQUITI-UNIFI ACCESS POINT, interiores y exteriores.
5. 103 computadoras distribuidas en las áreas de Centro de Cómputo, Laboratorio 9, Aula C1 y Taller de Ingenierías para uso de la población estudiantil.

El servidor cuenta con sistema operativo Linux de la distribución UBUNTU. Los respaldos de información se llevan a cabo manualmente. La página WEB se encuentra actualmente en construcción ya que el servidor donde se alojaba la página institucional sufrió daño irreparable.

4.4. Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM)

4.4.1. Antecedentes

La Constitución de un patronato pro-construcción de la Escuela de Artes y Oficios fue el primer paso que dio origen, a lo que en sus inicios fuera, el Instituto Tecnológico Regional de Ciudad Madero.

El día 20 de noviembre de 1950, el entonces Director de PEMEX, el Ing. Antonio J. Bermúdez representando al Presidente de la República, Lic. Miguel Alemán Valdés, procede a colocar la primera piedra del instituto. Poco tiempo después, el 2 de septiembre de 1954, iniciaron los cursos a las 7:00 horas con un total de 511 alumnos fungiendo como Director el Ing. Luis Hidalgo y Castro.

En septiembre de 1956 inician las carreras de nivel licenciatura con las especialidades de Ingeniería Química, Ingeniería Mecánica e Ingeniería Eléctrica. En el año 1957 se integró el Bachillerato Tecnológico. Un año más tarde, en 1958, se oferta la especialidad de Técnico en Combustión Interna y, para 1961, inicia la carrera de Ingeniería Industrial.

En 1968 inicia la especialidad de Técnico en Electrónica, mientras que la de Técnico Laboratorista arranca en 1972. Para el año 1974 incorpora a sus planes de estudio el Sistema de Educación Abierta en dos niveles. La oferta educativa se amplía en 1975 con nuevas carreras, la de Ingeniería Geológica y la de Ingeniería Geofísica.

El desarrollo regional acelerado motivó que, para el año 1976, se iniciaran los programas de Posgrado con la Maestría en Sistemas Administrativos y la Maestría en Tecnología del Petróleo y Petroquímica.

El año 1986 fue importante en el crecimiento de la institución, pues a nivel licenciatura, se ofertan las carreras de Ingeniería Electrónica e Ingeniería en Sistemas Computacionales y a nivel Posgrado inicia la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica, la Maestría en Matemática Educativa (mediante convenio con

CINVESTAV), además se oferta, por primera vez, el Doctorado iniciando con Petroquímica, cuyo programa nació por el continuo crecimiento de esta industria en la zona. También, en estas especialidades, se firman convenios de colaboración con el Instituto Mexicano del Petróleo (IMP) y con la Agencia Internacional de Cooperación del Japón (JICA).

En 1993 inicia la carrera de Ingeniería en Geociencias, liquidando las de Ingeniería Geológica y Geofísica. Ese mismo año de 1993 se oferta la Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa. En 1995 arranca la carrera de Licenciatura en Informática. En 1996 inicia la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química como una respuesta a la modificación de las tendencias nacionales respecto al desarrollo petrolero. Esta modificación obedeció a las recomendaciones hechas por el Comité de Evaluación del Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT. Este mismo año de 1996 surgió el Doctorado en Ciencias en Ingeniería Química sustituyendo al de Petroquímica.

En agosto del 2000 inició la Maestría en Ciencias en Ciencias de la Computación y, seis años más tarde, fue registrada en el Padrón Nacional de Posgrado del CONACYT junto con la Maestría en Ciencias en Ingeniería Química, lo cual las posiciona entre los mejores Programas de Posgrado en estas disciplinas.

Para el año 2001 empieza la Maestría en Gestión Administrativa (sustituyendo la Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa). Para el año 2006 arranca el Programa de la carrera de Ingeniería Ambiental y, en 2008, otro Posgrado con la Maestría en Ingeniería Eléctrica que sustituye la Maestría en Ciencias en Ingeniería Eléctrica.

Como resultado de una investigación de la oferta educativa en nuestra zona conurbada, se autorizó la implantación de nuevas licenciaturas y posgrados en la institución, por lo que en agosto de 2010 da inicio el Programa de Ingeniería en Gestión Empresarial, y, más recientemente, en agosto de 2012, el Programa de

Ingeniería en Tecnologías de la Información y Comunicaciones como una respuesta a las necesidades detectadas en nuestro entorno.

4.4.2. Misión y Visión

La misión del ITCM es *formar profesionales de nivel licenciatura y posgrado altamente competitivos, a través de programas educativos reconocidos por su calidad; impulsar el desarrollo del sector productivo regional y nacional, a través de la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación.*

Su visión consiste en ser considerado como una *institución líder en Educación Superior tecnológica que, como parte del Tecnológico Nacional de México, contribuya significativamente en la formación de capital humano altamente calificado bajo estándares internacionales, generando y aplicando nuevo conocimiento, para fortalecer la productividad y competitividad del país*

4.4.3. Estructura organizacional

El ITCM está organizado de acuerdo a la Figura No. 4.4.

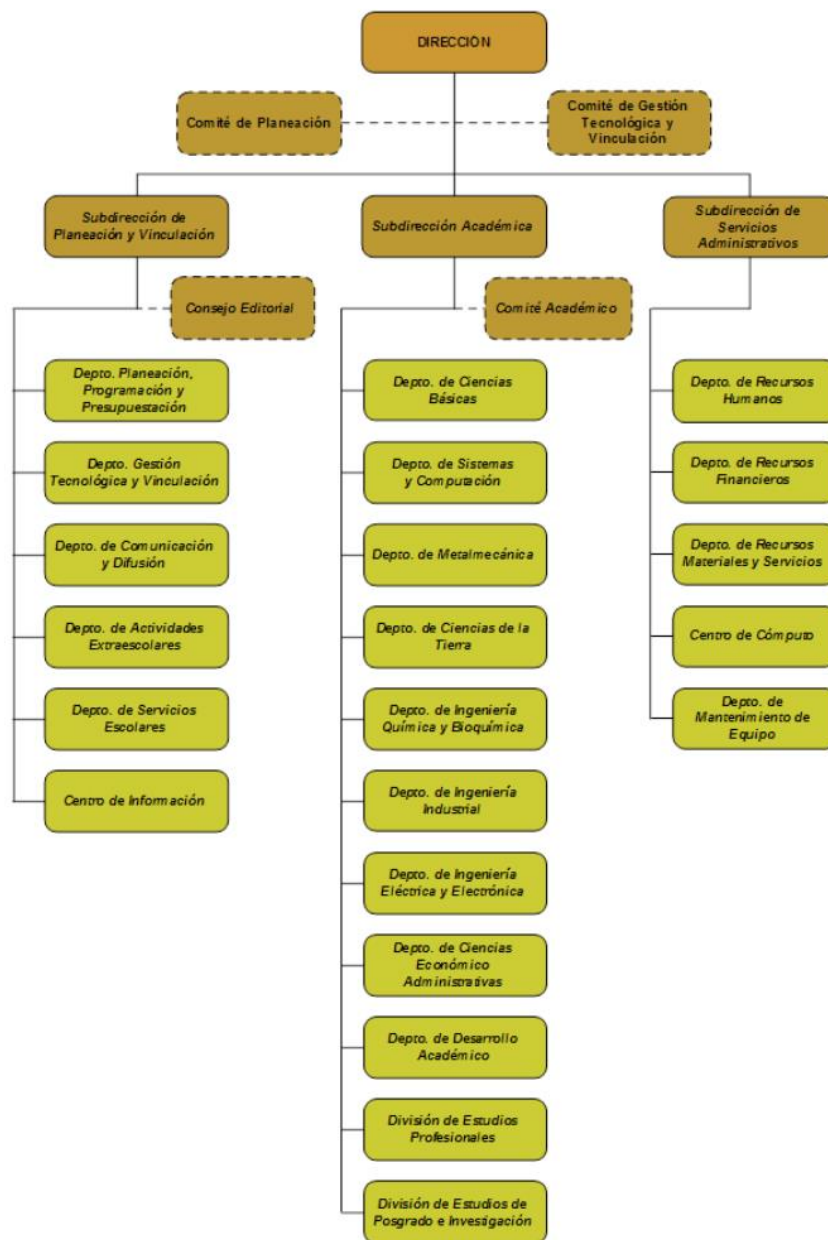


Figura No. 4.4. Organigrama del ITCM.
Fuente: Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

4.4.4. Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso

El Instituto Tecnológico de Ciudad Madero cuenta con 11 ingenierías, las cuales son las siguientes:

1. Ingeniería Ambiental
2. Ingeniería Eléctrica
3. Ingeniería Electrónica
4. Ingeniería en Geociencias
5. Ingeniería en Gestión Empresarial
6. Ingeniería en Sistemas Computacionales
7. Ingeniería en Tecnologías de la Información
8. Ingeniería Industrial
9. Ingeniería Mecánica
10. Ingeniería Petrolera
11. Ingeniería Química

En la Tabla No. 4.8 se muestran las características más significativas de los perfiles de egreso de cada una de las 11 carreras ofertadas por el ITCM.

Tabla No. 4.8. Perfiles de egreso de las carreras del ITCM.

Carrera	Perfil de egreso
Ingeniería Ambiental	Vincular el valor de los recursos naturales para promover su uso sustentable de acuerdo a las necesidades de la región, mediante instrumentos de concientización, sensibilización y comunicación.
Ingeniería Eléctrica	Planear, diseñar, instalar y operar sistemas eléctricos de potencia, conforme a la normatividad nacional e internacional vigente.
Ingeniería Electrónica	Diseñar, analizar y construir equipos y/o sistemas electrónicos para la solución de problemas en el entorno profesional, aplicando normas técnicas y estándares nacionales e internacionales.
Ingeniería en Geociencias	Realizar estudios geológicos y geofísicos. Aplicar métodos de exploración para localizar y evaluar recursos naturales del subsuelo.
Ingeniería en Gestión Empresarial	Desarrollar y aplicar habilidades directivas y la ingeniería en el diseño, creación, gestión, desarrollo, fortalecimiento e innovación de las organizaciones, con una orientación sistémica y sustentable para la toma de decisiones en forma efectiva.
Ingeniería Industrial	Diseñar, implementar y administrar sistemas de mantenimiento para ser más eficiente la operación de las instalaciones y equipos.
Ingeniería Mecánica	Aplicar herramientas matemáticas, computacionales y métodos experimentales en la solución de problemas para formular modelos, analizar procesos y elaborar prototipos mecánicos.
Ingeniería Petrolera	Estudiar las características geológicas, petrofísicas y dinámicas que controlan la capacidad de almacenamiento de hidrocarburos y la producción de yacimientos aplicando tecnología de punta.
Ingeniería Química	Diseñar, seleccionar, operar, optimizar y controlar procesos químicos en plantas industriales de acuerdo a las normas de higiene y seguridad, de manera sustentable
Ingeniería en Sist. Comp.	Diseñar, configurar y administrar redes computacionales aplicando las normas y estándares vigentes.
Ingeniería en Tec. de Inf. y Comunicación.	Diseñar, implementar y administrar redes de cómputo y comunicaciones, bajo modelos y estándares internacionales, para satisfacer las necesidades de información de los sistemas sociales, garantizando aspectos de seguridad y calidad.

Fuente: Elaboración propia basada en ITCM.

La planta docente del ITCM ésta constituida por Profesores de Tiempo Completo (PTC) y por Profesores de Tiempo Parcial (PTP) y se resume en la Tabla No. 4.9 de acuerdo a información actualizada en el Instituto correspondiente al semestre Enero a Junio de 2017.

Tabla No. 4.9. Distribución de Profesores del ITCM.

Carrera	PTC	PTP	Totales
Ingeniería Ambiental	13	8	21
Ingeniería Eléctrica	21	17	38
Ingeniería Electrónica	25	9	34
Ingeniería en Geociencias	30	17	47
Ingeniería en Gestión Empresarial	25	22	47
Ingeniería en Sistemas Computacionales	37	14	51
Ingeniería en Tec. de la Inf. y Telecomunicaciones	4	1	5
Ingeniería Industrial	47	16	63
Ingeniería Mecánica	30	17	47
Ingeniería Petrolera	7	7	14
Ingeniería Química	45	33	78
TOTALES	284	161	445

Fuente: Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

La población estudiantil de la ITCM se resume en la Tabla No. 4.10 de acuerdo con datos actuales correspondientes al periodo Enero a Junio de 2017.

Tabla No. 4.10. Matrícula por carreras del ITCM.

Carrera	Hombres	Mujeres	Totales
Ingeniería Ambiental	154	239	393
Ingeniería Eléctrica	584	31	615
Ingeniería Electrónica	425	48	473
Ingeniería en Geociencias	567	342	909
Ingeniería en Gestión Empresarial	191	468	659
Ingeniería en Sistemas Computacionales	367	91	458
Ingeniería en Tec. de la Inf. y Telecomunicaciones	46	17	63
Ingeniería Industrial	698	475	1173
Ingeniería Mecánica	825	37	862
Ingeniería Petrolera	273	77	350
Ingeniería Química	510	576	1,086
TOTALES	4,640	2,401	7,041

Fuente: Instituto Tecnológico de Ciudad Madero.

4.4.5. Infraestructuras TIC

El Instituto Tecnológico de Ciudad Madero actualmente cuenta con una serie de servicios considerados críticos para la operación del día a día de la Universidad, mismos que se enlistan a continuación:

- Servicio del Sistema Integral de Información Universitaria (SII).
- Servicios de Educación en Línea (Moodle).
- Servicio de nombre de dominio.
- Servicio de página WEB institucional.
- Bases de Datos para el Sistema Integral de Información.
- Servicios de Licencias en Red de diversos software con fines educativos (Matlab, SolidWorks, Comsol).
- Servicio de Internet (Campus 1 y 2: 1xEnlaceTelmex 20Mb, 2xEnlaceTelum 100Mb, Campus 3: 1x EnlaceTelum 100Mb e infraestructura de red interna).

Los servidores, en su mayoría, son implementados en Linux específicamente en la distribución Ubuntu, esto a razón de evitar pagar licencias por este concepto aunque ciertamente carece de las actualizaciones más recientes pero finalmente esto es lo que da la estabilidad en dichos sistemas, sobre Ubuntu se ejecutan los Servicios de: SII, Moodle, DNS, DHCP, WWW, Bases de datos.

Actualmente los respaldos de la información más sensible al Instituto Tecnológico de Ciudad Madero, son alojados en servidores del Instituto y en la Nube, mismos que se indican a continuación:

- Código del SII.
- Código página WEB Institucional.
- Bases de datos (SII , Moodle, Página WEB)

En lo referente a respaldos de los servidores Linux de distribuciones Ubuntu, el método de respaldo o sistema que se utiliza es por medio de bash scripting programado (cronjob).

Además, el sistema integral de Información del ITCM corre sobre un servidor:

- ProliantDL160 G6.
 - (SII APACHE LINUX).
 - Memoria RAM: 4GB.
 - Procesador: Intel(R) Xeon(R) CPU E5504 @ 2.00GHz (4 núcleos).
 - Almacenamiento: 2 x160GB.
 - Interfaz Ethernet 1 GBeth.
-
- ProliantDL320e G8 v2(SII base de datos LINUX).
 - Memoria RAM: 8GB.
 - Procesador: Intel(R) Xeon(R) CPU E3-1220 v3 @ 3.10GHz (4 núcleos).
 - Almacenamiento: 2 xTB.
 - Interfaz Ethernet 2x1 GBeth.
-
- ProliantDL160 G6.
 - (Página ITCM LINUX).
 - Memoria RAM: 4GB.
 - Procesador: Intel(R) Xeon(R) CPU E5504 @ 2.00GHz (4 núcleos).
 - Almacenamiento: 2 x160GB.
 - Interfaz Ethernet 1 GBeth.

En lo referente a switches existen:

- Switches Extreme Networks, todos de 10/100 Mbps eth, y puertos uplink de 1000 Gbps (fibra óptica).
- Switches SMC, todos de 10/100 Mbps eth, y puertos uplink de 1000 Gbps (fibra óptica).
- Switches HP, todos de 10/100/1000 Mbps eth, y puertos uplink de 1000 Gbps (fibra óptica).

Los enlaces con los que cuenta la Institución son:

- Enlace 1: 4 Mbps dedicados
- Enlace 2: 20 Mbps dedicados
- Enlace 3: 100 Mbps dedicados
- Enlace 4: 100 Mbps dedicados

4.5. Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT - CUTM)

4.5.1. Antecedentes

Durante la época del gobierno colonial en Nuevo Santander existieron escuelas de primeras letras como en las otras provincias del norte de la Nueva España, escuelas que se fundaron únicamente en las villas más importantes y con carácter particular, pues no se prestó atención al ramo de instrucción pública hasta que se promulgó la Constitución liberal expedida en Cádiz, España, en 1812, que tuvo vigencia limitada a breves períodos en 1813 y 1814 y de 1820 a 1821.

Al consumarse la Independencia, después de consolidarse la República y adherirse los estados al pacto federal, surgió el imperativo de organizar la instrucción pública y capacitar personal para dirigir la entidad, que se llamaría Estado Libre y Soberano de las Tamaulipas. Se estableció para tales fines en Ciudad Victoria en 1828 un plantel de tipo lancasteriano que formó la primera generación de maestros normalistas al servicio de la educación estatal. Se fundó el mismo año, en dicha capital una Escuela de Artes y Oficios de carácter correccional y en 1830 se decretó la creación del Instituto Hidalguiano Tamaulipeco para impartir instrucción "literaria" y "científica" con fondos públicos, iniciando sus actividades con cátedras de latinidad y retórica. Este primer centro de Educación Superior tuvo una breve existencia, pero su establecimiento dejó señalado importante antecedente.

En febrero de 1846 el gobierno departamental autorizó la iniciación, en Ciudad Victoria, de una cátedra de gramática castellana y latina a cargo del párroco José Guillermo Martínez, cuya impartición constituyó un importante paso en la historia de la educación media en Tamaulipas.

Al dirigir al estado, el licenciado y general Juan José de la Garza, fundó en Matamoros el Instituto Literario de San Juan, consagrado a la enseñanza superior. En 1889 el gobierno del Ing. Alejandro Prieto autorizó al instituto para impartir "los cursos de derecho necesarios para la abogacía", siguiendo el plan de estudios de la Escuela Nacional de Jurisprudencia de México. El instituto permanecería en funciones hasta 1913. También en Matamoros se fundó, en el año de 1890, una Escuela Normal para profesores que rindió frutos muy valiosos para la educación.

El 6 de enero de 1873 se llevó a cabo, en Ciudad Victoria, la apertura del Colegio Seminario fundado por el señor Ignacio Montes de Oca y Obregón, primer obispo de Tamaulipas. Se establecieron programas de estudios para las facultades de Teología, Derecho y de Filosofía y Humanidades, incluyéndose dentro de las cátedras correspondientes, a los estudios jurídicos, clases de Derecho Canónico, Derecho Romano, Derecho Patrio, Derecho Criminal, Economía Política, Derecho Natural y Derecho de Gentes. Este seminario funcionó hasta la salida del señor Montes de Oca el año de 1880.

4.5.2. Misión y Visión

La misión de la UAT – CUTM (Centro Universitario Tampico - Madero) tiene varios aspectos aunque sólo se mencionarán los siguientes:

- *Impartir educación para formar técnicos, artistas y profesionistas útiles a la sociedad con conciencia crítica, actividad reflexiva, participativa y con capacidad para aprender y adaptarse a diversas circunstancias;*

- *Organizar y realizar investigación científica, procurando proyectarla sobre los problemas de la sociedad y su entorno; propiciando la aplicación de los conocimientos científicos en la solución de los problemas para mejorar las condiciones de la sociedad e intervenir a través de una función crítica.*

La visión de la UAT para el año 2017 se conforma de varios aspectos de los cuales sólo resaltaremos los siguientes:

- *Estar cerca de la sociedad y de los universitarios para escuchar y atender puntualmente sus demandas y propuestas.*
- *Poner al servicio de alumnos y profesores todos los recursos institucionales, porque ellos constituyen la razón de ser de sus acciones.*

4.5.3. Estructura organizacional

A continuación se muestra en la Figura No. 4.5 el organigrama general de la Universidad Autónoma de Tamaulipas (UAT) Centro Universitario Tampico-Madero (CUTM).

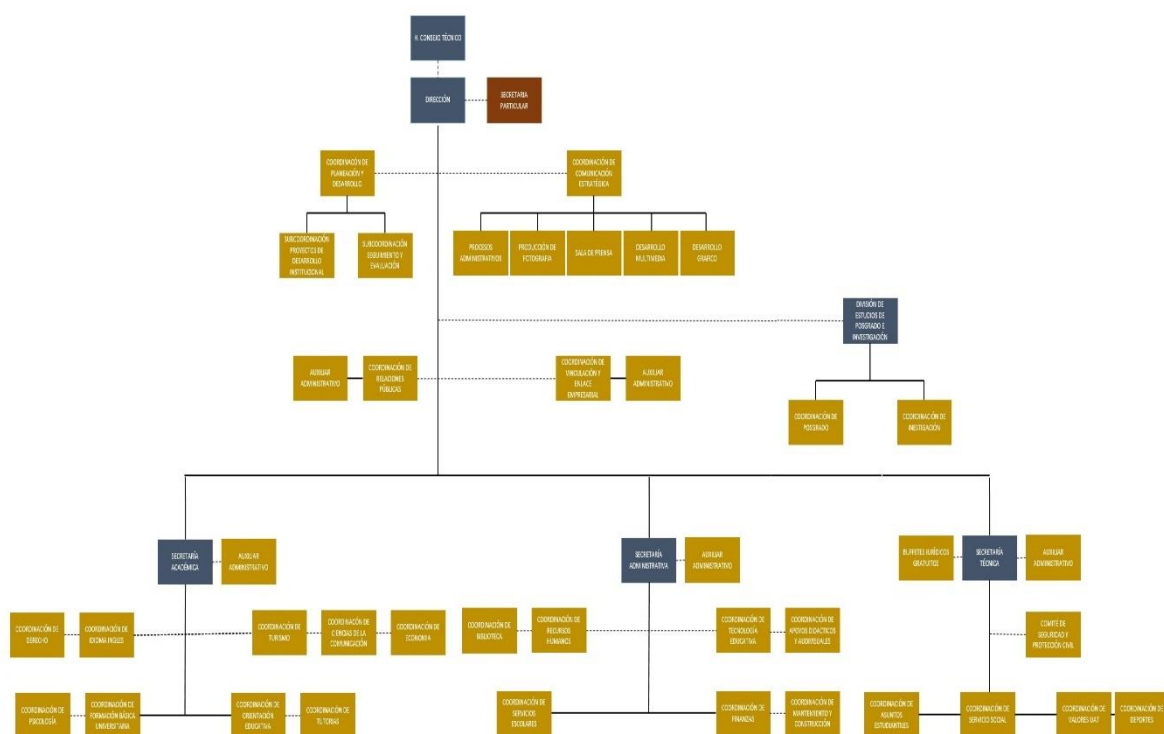


Figura No. 4.5. Organigrama General de la UAT-CUTM.
Fuente: Universidad Autónoma de Tamaulipas (CUTM).

4.5.4. Carreras, planta docente, matrículas y perfiles de egreso

La UAT (CUTM) está dividida por ocho facultades. Cada facultad está compuesta por diversas carreras, las cuales se describen a continuación:

Facultad de Arquitectura Diseño y Urbanismo

Arquitecto (10 semestres)

Licenciado en Diseño Gráfico (9 semestres)

Licenciado en Arquitecto de Interiores y Habitabilidad (10 semestres)

Licenciado en Edificación y Administración de Obras (10 semestres)

Licenciado en Diseño Gráfico y Animación Digital (Distancia) (9 cuatrimestres)

Técnico Superior Universitario en Construcción y Supervisión de Obras

Técnico Superior Universitario en Producción Gráfica y Digital (5 semestres)

Facultad de Comercio y Administración

Contador Público (9 semestres)

Licenciado en Administración (9 semestres)

Licenciado en Negocios Internacionales (9 semestres)

Licenciado en Tecnologías de la Información (9 semestres)

Facultad de Enfermería

Licenciado en Enfermería (10 semestres)

Facultad de Música y Artes "Mtro. Manuel Barroso Ramírez"

Licenciado en Educación Artística (8 semestres)

Licenciado en Música (8 semestres)

Facultad de Ingeniería "Arturo Narro Siller"

Ingeniero Civil (9 semestres)

Ingeniero en Sistemas Computacionales (9 semestres)

Ingeniero en Sistemas de Mercadotecnia (9 semestres)

Ingeniero Industrial y de Sistemas (9 semestres)

Ingeniero en Geomática (9 semestres)

Facultad de Derecho y Ciencias Sociales

Licenciado en Ciencias de la Comunicación (8 semestres)

Licenciado en Derecho (9 semestres)

Licenciado en Psicología (8 semestres)

Licenciado en Idioma Inglés (8 semestres)

Licenciado en Economía y Finanzas (8 semestres)

Licenciado en Gestión y Desarrollo Turístico (9 semestres)

Facultad de Medicina "Dr. Alberto Romo Caballero"

Médico Cirujano (12 semestres)

Profesional Asociado en Administración Biomédica (4 semestres)

Profesional Asociado en Laboratorista en Análisis Clínicos (4 semestres)

Profesional Asociado en Rehabilitación Física (4 semestres)

Facultad de Odontología Tampico

Médico Cirujano Dentista (8 semestres)

Técnico Superior Universitario Laboratorista en Prótesis Dental (4 semestres)

La UAT CUTM tiene ocho facultades con la siguiente distribución de matrícula por género en el ciclo 2017-1 mostrada en la Tabla No. 4.11.

Tabla No. 4.11. Matrícula de alumnos por facultad de la UAT-CUTM.

FACULTAD	HOMBRES	MUJERES	TOTALES
Ingeniería	1,160	378	1,538
Medicina	804	919	1,723
Odontología	288	436	724
Arquitectura, Diseño y Urbanismo	452	436	888
Comercio y Administración	662	863	1,525
Derecho y Ciencias Sociales	929	1,569	2,498
Música y Artes	257	136	393
Enfermería	201	888	1,089
TOTALES	4,753	5,625	10,378

Fuente: Universidad Autónoma de Tamaulipas (CUTM).

4.5.5. Infraestructuras TIC

La universidad Autónoma de Tamaulipas en el nodo de Tampico, cuenta con los siguientes servicios:

- Servidores Web en cada facultad del nodo Tampico con Microsoft Windows 2008 y 2012.
- Los servidores WEB tienen IIS en versiones diferentes.
- Existen un par de servidores Linux con Apache, lo usan como servidor WEB
- Servidor Microsoft Windows 2008 como controlador de Dominio, DNS.
- El método de respaldo que se usa es el “Backup” de Servidores Windows y se hace 1 vez por semana.
- El respaldo del Portal es manual y se hace mediante la herramienta de respaldo de Sharepoint 2013 y SQL, situado en una unidad de respaldo de la SAN.
- Servicio de Internet de 100 Megas hacia el nodo central.
- Servicio de Internet inalámbrico para los alumnos de 50 Megas.
- Equipo para recibir servicio de Internet Alumnos Router CISCO2921/K9.
- La autenticación de los alumnos a la red inalámbrica se hace mediante Radius y el directorio activo de Microsoft, en conjunto con un firewall de red, que controla y protege las conexiones de los usuarios de la red inalámbrica.

- Equipo de distribución a Unidades Académicas Cisco Catalyst WS-C6509-E
- Equipo Central en unidades Académicas Cisco Catalyst WS-C3750X-12S-S
- Sitio Central en Tampico hacia las Unidades Académicas, fibra óptica 1Gbps.
- Puertos de acceso para usuario final 100/1000 Mbps.
- Equipo Central en Tampico recibe Enlace de sitio Central Router Cisco ISR4451-X/K9
- El nodo Tampico se encuentra protegido con un firewall de red, del tipo Next Generation Firewall.

Los servidores que componen la página WEB institucional se muestran en la Figura 4.6.

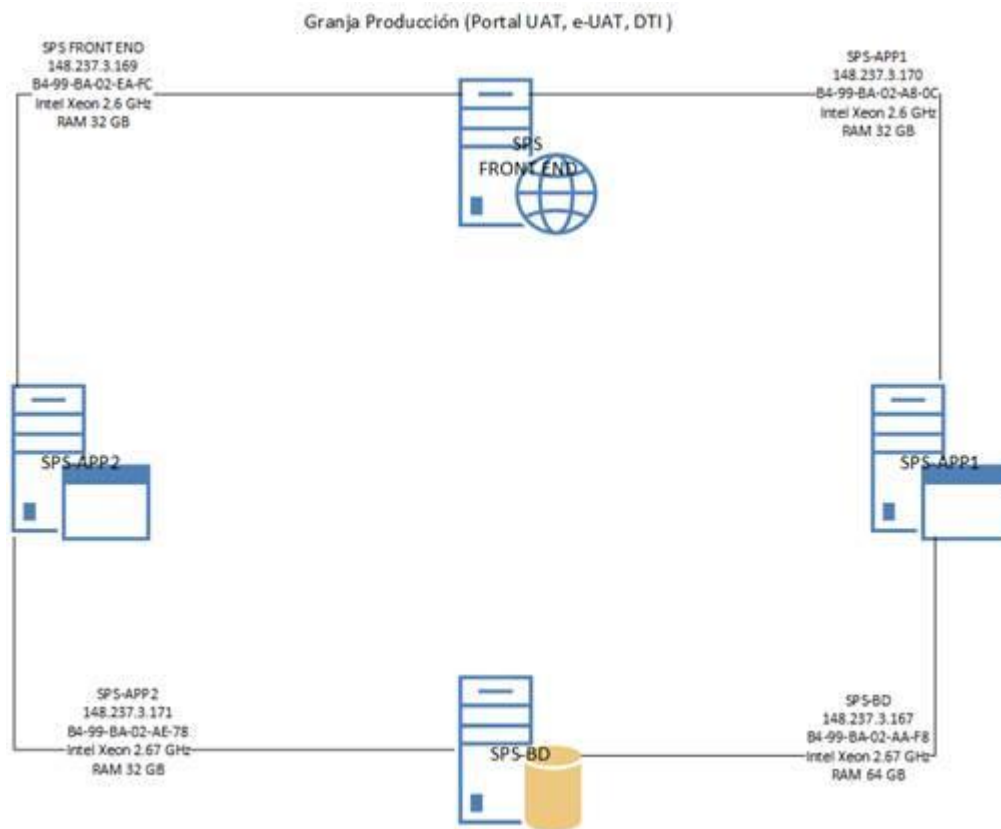


Figura No. 4.6. Servidores de la página WEB de la UAT.
Fuente: Universidad Autónoma de Tamaulipas (CUTM).

Dicha estructura está basada en servidores Windows 2012 con base de datos SQL 2012 Management Studio y de administración de contenido se usa el SharePoint Enterprise.

Los demás servidores en su mayoría son Windows y se están actualizando por medio de la herramienta WSUS de Microsoft. Sólo hay dos facultades que usan el DHCP, el control de calificaciones, cuentas de correo, sistemas de capacitación, bases de datos y demás servicios institucionales se encuentran en el nodo de Victoria y algunos en la nube.

4.6. Análisis tabular de las infraestructuras TIC de las IES

Después de la revisión de las infraestructuras TIC de las Instituciones de Educación Superior del censo considerado para este estudio y una vez conocidas sus estructuras organizacionales, sus visiones, misiones, población estudiantil y plantas docentes, se procedió entonces a la realización de entrevistas con los encargados de las mismas con el objetivo de identificar aquellos elementos generales de las TIC que garantizan el cumplimiento y la competitividad en la calidad educativa en cada una de ellas y cuáles serían las áreas de oportunidad que se convierten en terreno fértil para la implementación del modelo propuesto en este trabajo de tesis. Dichos elementos de infraestructuras TIC se determinaron en base a las necesidades identificadas de manera conjunta entre los encargados de las TIC de cada una de las IES que conforman el censo y en base a las lecturas del marco teórico del presente trabajo de investigación y se muestran a manera de un check list en la Tabla No. 4.12.

Tabla No. 4.12. Análisis de las infraestructuras TIC del censo.

Elementos de infraestructuras TIC	UPALT	UT	ITA	ITCM	UAT
a) Página institucional y plataformas educativas	√	√	X	√	√
b) Velocidad de los servidores	√	√	√	√	√
c) Seguridad de las bases de datos	√	√	X	√	√
d) Congruencia políticas institucionales - TIC	√	X	X	√	√
e) Capacidad TIC para atención de la matrícula	√	√	√	√	√
f) Servicios de mensajería y correo	√	√	X	√	√
g) Expectativas de crecimiento de las TIC	√	√	√	√	√
h) Servicios de soporte técnico de las TIC	√	√	√	√	√
i) Teleducación	√	X	X	X	√
j) TIC adecuadas en las aulas y laboratorios	√	√	X	√	√
k) Licencias suficientes de software educativo	√	√	X	√	√
l) Priorización algorítmica de la distribución de los recursos TIC	√	√	X	X	X
m) Las telecomunicaciones cubren el área física de la IES	√	√	X	√	√
n) La IES cuenta con TIC de vanguardia	√	√	X	√	√
o) La IES cuenta con sistemas de medición de índices TIC	√	X	X	√	√

Fuente: Elaboración propia basada en las IES públicas (Censo).

CAPÍTULO V: DESARROLLO DEL MODELO

5.1. Análisis del instrumento de medición

En esta sección se contrastan las 30 preguntas del instrumento de medición generado al final del capítulo III (Metodología de la Investigación) con cada una de las tablas e infraestructuras recopiladas en las cinco IES que conforman al censo y que se encuentran detalladas en el capítulo IV (Casos de Estudio). La tabla denominada Análisis Tabular de las Infraestructuras TIC del censo (4.12 del capítulo anterior) se enriquece y se convierte en la Tabla No. 5.1 que sirve como base para el análisis de dichas preguntas en las próximas subsecciones. Este análisis permitirá adecuar el nivel de profundidad requerido para la aplicación del instrumento de medición en cada una de las instituciones del censo.

Tabla No. 5.1. Análisis de las infraestructuras TIC del censo.

Elementos de infraestructuras TIC	UPALT	UT	ITA	ITCM	UAT	Prom
a) Página institucional y plataformas educativas	√	√	X	√	√	80%
b) Velocidad de los servidores	√	√	√	√	√	100%
c) Seguridad de las bases de datos	√	√	X	√	√	80%
d) Congruencia políticas institucionales – TIC	√	X	X	√	√	60%
e) Capacidad TIC para atención de la matrícula	√	√	√	√	√	100%
f) Servicios de mensajería y correo	√	√	X	√	√	80%
g) Expectativas de crecimiento de las TIC	√	√	√	√	√	100%
h) Servicios de soporte técnico de las TIC	√	√	√	√	√	100%
i) Teleducación	√	X	X	X	√	40%
j) TIC adecuadas en las aulas y laboratorios	√	√	X	√	√	80%
k) Licencias suficientes de software educativo	√	√	X	√	√	80%
l) Priorización algorítmica de la distribución de los recursos TIC	√	√	X	X	X	40%
m) Las telecomunicaciones cubren el área física de la IES	√	√	X	√	√	80%
n) La IES cuenta con TIC de vanguardia	√	√	X	√	√	80%
o) La IES cuenta con sistemas de medición de índices TIC	√	X	X	√	√	60%
TOTAL	100%	80%	26.66%	86.66%	93.33%	77.33%

Fuente: Elaboración propia basada en las IES públicas (Censo).

Gestión de las TIC

A continuación se analizan las cinco preguntas que conforman la categoría de Gestión de las TIC.

1. *¿Fueron implementadas las políticas para el préstamo y uso de sus recursos TIC a terceros (alumnos, empresas, IES)?*

De acuerdo al elemento d) se verifica que el 60% de las IES ofrecen dicho servicio mientras que de acuerdo al elemento e) el 100% de las IES manifiestan capacidad de atención a sus respectivas matrículas. Estos elementos califican en conjunto a esta pregunta con un valor de 80%.

2. *¿Existen mejoras tangibles en la Gestión de los proyectos TIC en la IES?*

De acuerdo al elemento g) todas las IES tiene expectativas de crecimiento de sus TIC. Esto nos da un 100% de calificación para esta pregunta.

3. *¿El plan de mantenimiento de las TIC de la IES después de la implementación del modelo de KPI's ha sido el adecuado?*

De acuerdo al elemento h) el 100% de las IES manifiesta contar con los servicios de soporte técnico de sus TIC. Esta pregunta se califica con un 100%.

4. *¿Esta de acuerdo con los mecanismos de control llevados a cabo en cuanto a la Gestión de las TIC en la IES?*

Para esta pregunta se considera el elemento c) relativo a la seguridad de sus bases de datos en donde el 80% de las IES manifiesta tener cubierto este elemento. En cuanto a la distribución planificada de sus recursos TIC (elemento l) se resalta que son el 40% del censo cubre este punto y, finalmente, solo el 60% del censo cuenta con sistemas de medición de índices TIC, elemento o). En conjunto, esta pregunta se valora con un 60%

5. *¿Los mecanismos matemáticos, algoritmos o diagramas de flujo priorizan correctamente la distribución de los recursos TIC en la IES?*

Esta pregunta básicamente se mide con el elemento l, en donde solo el 40% de instituciones lo tienen considerado. Se evalúa pues esta pregunta con un valor de 40%.

De acuerdo con las calificaciones individuales de las cinco preguntas que forman a la categoría de Gestión de las TIC, se resume que las cinco IES del censo cubren en conjunto solo un **76%** de esta categoría.

Infraestructura de las TIC

A continuación se analizan las cinco preguntas del instrumento que corresponden a la categoría de Infraestructura de las TIC.

6. *¿Contrasta el modelo la suficiencia y pertinencia de los recursos TIC de la IES para proporcionar educación de calidad?*

Esta pregunta abarca varios de los elementos de la tabla, los cuales son los siguientes. En cuanto al elemento a) el 80% de las IES cuenta con páginas institucionales y plataformas educativas. El elemento b) mide el nivel de satisfacción en cuanto a la velocidad de sus servidores y el 100% de las IES se manifiestan satisfechas en este sentido. El elemento e) nos especifica que el 100% de las IES tienen capacidad para atender a sus respectivas matrículas. En cuanto a los servicios de mensajería y correo (elemento f) el 80% del censo institucional está satisfecho. En el elemento de Telecomunicación (elemento i) solo el 40% dice contar con este recurso. El elemento j) verifica que las TIC en las aulas y laboratorios sean las adecuadas y el 80% de las IES lo están. En cuanto a las licencias de software educativo (elemento k), el 80% de las IES dicen estar de acuerdo. Este mismo porcentaje se percibe en el elemento m) relativo a la cobertura

en los espacios físicos de sus telecomunicaciones. Finalmente, en el elemento n) que mide si las IES cuentan con tecnología de vanguardia, el 80% de las IES afirma que cobre este requerimiento. Todos estos porcentajes de estos elementos califican a esta pregunta con un valor de 80%.

7. *¿Las herramientas tecnológicas de la IES van de acuerdo a los contenidos temáticos de las asignaturas impartidas?*

En cuanto al elemento d) que mide la congruencia entre las políticas y las TIC se demuestra que solo el 60% de las IES lo cumplen. Por otro lado, el 80% de las IES creen que las TIC en las aulas y laboratorios son las adecuadas (elemento j) y el mismo porcentaje opina lo mismo en cuanto a que las licencias de software educativo son suficientes. Estos tres elementos califican a esta pregunta con un valor de 73.33%.

8. *¿Miden los índices TIC del modelo la cobertura del espacio físico de la IES por los sistemas de red, servicios tecnológicos y de telecomunicaciones?*

Para esta pregunta se encuentra el elemento e) el cual mide la capacidad para atender a toda su matrícula con un 100% y el elemento m) que miden si las telecomunicaciones cubren el área física de la IES, con un valor de 80%. En suma, esta pregunta revela un 90% en las IES del censo.

9. *¿Fue adecuado el número de usuarios beneficiados por los servicios proporcionados por la infraestructura TIC de la IES?*

Esta pregunta se califica con cinco elementos, los cuales son los siguientes, El elemento e) que mide la capacidad TIC para atender a la matrícula con 100%, el elemento f) que mide los servicios de mensajería y correo con un valor de 80%, el elemento g) que se encarga de medir las expectativas de crecimiento TIC con un valor de 100%, el elemento i) que mide la Teleducación con un 40% y el elemento k) encargado de medir la

suficiencia en el software bajo licenciamiento con un 80%. Todos estos porcentajes califican a esta pregunta con un valor de 80%.

10. ¿Proporcionan los sistemas de información los datos requeridos en tiempo y forma una vez implementado el modelo?

El elemento b) califica a esta pregunta con un 100% como adecuada la velocidad de sus respectivos servidores, mientras que el elemento c) que mide la seguridad en las bases de datos obtuvo un valor de 80%. Esta pregunta se califica pues con un valor de 90%.

El promedio de las cinco preguntas que forman a la categoría de Infraestructura de las TIC se valora con un **82.66%**.

Integración de las TIC

A continuación se analizan las cinco preguntas del instrumento de medición que corresponden a la categoría de Integración de las TIC.

11. ¿Los servicios integrados que se encuentran en la IES cubrieron el espectro de necesidades de la misma de acuerdo a los índices TIC del modelo?

El elemento a) que mide la eficiencia de la página institucional y las plataformas educativas fue calificada con un valor de 80% mientras que el elemento f) concerniente a medir los servicios de mensajería y correo se calificaron con el mismo valor y esto nos da un promedio de 80% para esta pregunta.

12. ¿Se mejoró el acceso a las tecnologías dentro y fuera de la Institución con el modelo propuesto?

En cuanto al acceso de la página institucional y plataformas educativas (elemento a) se tiene que el 80% de las IES del censo lo pueden acceder. Por otro lado, la capacidad para atender a sus matrículas (elemento e), las IES manifiestan estar preparadas al 100%. Hablando de Teleducación, elemento i), las IES solo el 40% de ellas lo cuentan con este servicio. Finalmente, el elemento m) es el que mide si las telecomunicaciones cubren el área física de la IES y se encontró que el 80% de ellas lo cumplen. Todos estos porcentajes dan un promedio de 75% para esta pregunta.

13. ¿Las redes de convergencia que tiene la IES dieron soporte a toda la Institución para cubrir sus necesidades tecnológicas?

En cuanto al elemento b) que mide la velocidad de los servidores, el 100% de las IES manifiesta estar de acuerdo con su infraestructura. En cuanto a los servicios de soporte técnico, elemento h), también el 100% de las IES se pronuncia de acuerdo y en el tema de contar con TIC de vanguardia, especificados en el elemento n), el 80% de las IES está de acuerdo. Estos tres elementos califican en conjunto con un 93.33% a esta pregunta.

14. ¿Se implementaron manuales de prácticas de uso de las TIC dentro de la Institución?

No se tiene un dato con exactitud de este elemento, sin embargo, los elementos que más se acercan a éste son el elemento d) (congruencia entre las políticas institucionales y las TIC, con un 60%), el elemento e) (Capacidad TIC para atender a la matrícula con un 100%) y el elemento o) (Sistemas de medición de índices TIC, con un 60%). Todos estos porcentajes nos arrojan un 73.33% para esta pregunta.

15. ¿Considera que la implementación del modelo en la IES ayudó a posicionarla a la vanguardia en cuanto a las tecnologías digitales que se encuentran en el mercado?

De acuerdo al elemento n), el 80% de las IES dicen estar a la vanguardia en cuanto a las TIC del mercado, lo que nos da un 80% para esta pregunta.

Todos los valores de las preguntas de esta categoría proporciona un valor de **80.33%** para esta categoría.

Escalabilidad de las TIC

A continuación se analizan las cuatro preguntas del instrumento que corresponden a la categoría de Escalabilidad de las TIC.

16. ¿Ayudó el modelo al proceso de innovación de las tecnologías implementado en la Institución?

En cuanto al elemento d) que es la congruencia entre las políticas institucionales y las TIC, el 60% de las IES cumplen este requisito. El elemento g) trata de las expectativas de crecimiento de las TIC y aquí se registra un valor de 100%. El elemento k) abarca las licencias del software educativo que tiene un valor de 80% y el elemento n) que habla de estar a la vanguardia de TIC, un 80%. Todos estos valores generan un 80% para esta pregunta.

17. ¿Propició el modelo las bases para la construcción de un sistema particular de medición de los índices TIC en la IES para medir el nivel de desempeño de los mismos?

El elemento o) mide si las IES cuentan con sistemas de medición de las TIC y solo el 60% de ellas lo cumplen, por lo cual el valor total de esta pregunta es de 60%.

18. *¿Al innovar las TIC se ha constatado que las nuevas tecnologías absorben a la cantidad adecuada de usuarios cada vez que se implementa un cambio o sustitución de tecnología?*

Para este elemento se consideran los elementos b) (100%), el elemento e) (100%), elemento f) con 80%, elemento g) con 100% y el elemento o) con 60%. Todos estos valores califican a esta pregunta con un 88%.

19. *¿Aumentó la velocidad del flujo de información dentro de la Institución con el modelo propuesto?*

De acuerdo al elemento b) (velocidad de los servidores), el 100% de las IES del censo dicen estar de acuerdo. Esto da un valor de 100% para esta pregunta.

Los porcentajes de las cuatro preguntas califican a esta categoría con un valor de **82.00%**.

Calidad en las TIC

A continuación se analizan las cinco preguntas del instrumento de medición que corresponden a la categoría de Calidad en las TIC.

20. *¿La calidad en los servicios tecnológicos ofertados por la IES es correctamente monitoreada por el modelo propuesto de indicadores?*

Esta pregunta tiene los siguientes elementos con sus respectivas valoraciones. Elemento a) (80%), elemento e) con 100%, elemento f) con 80%, elemento h) con 100%, elemento j) con 80%, elemento l) con 40% y el n) con 80%. Estos porcentajes nos dan un valor de 80% para esta pregunta.

21. *¿La calidad en los productos TIC (propios o rentados) implementados en la IES va de acuerdo a las necesidades del plantel y al modelo propuesto?*

Esta pregunta se compone de los elementos e) con un 100%, el elemento j) con un 80%, el k) con 80% y el m) con 80%. Esto nos da un valor promedio de 85% para esta pregunta.

22. *¿Considera que las TIC instaladas en la IES y supervisadas por el modelo de indicadores en la institución generan una ventaja competitiva contra otras IES de la zona?*

De acuerdo a la tabla, esta pregunta se compone de los elementos d) con un 60%, el e) con 100%, el f) con 80%, el i) con 40%, el j) con 80%, el k) con 80% y el n) con 80%. Estos valores promedian un 74.28% para esta pregunta.

23. *¿La percepción de la sociedad (impacto) en el entorno geográfico de la IES es positiva en cuanto a la calidad educativa basada en los índices TIC propuestos por el modelo?*

No se tiene una respuesta directa, sin embargo los elementos asociados a esta pregunta serían los siguientes. El elemento a) con 80%, el d) con 60%, el f) con 80%, el l) con 40% y el n) con 80%. Estos valores nos dan un 68% para esta pregunta.

24. *¿El manejo de los KPI's de las TIC de la IES influyó en la calidad educativa?*

Sólo se contempla el elemento o) que se encarga de medir si las IES cuentan con un sistema de medición de índices TIC con 60%, es por ello que esta pregunta tiene un valor de 60%.

Los cinco valores de las preguntas de esta categoría promedian un valor de **73.45%**.

Planeación Estratégica

A continuación se analizan las seis preguntas del instrumento que corresponden a la categoría de Planeación Estratégica.

25. ¿El modelo propuesto de KPI's de las TIC considera adecuadamente la innovación docente en la IES en su categoría de Planeación Estratégica?

El elemento d) que mide la congruencias de las políticas institucionales con las TIC da un valor de 60% y el elemento i) que es la Teleducación nos reporte el mismo valor; por lo tanto, esta pregunta tiene un valor de 60%.

26. ¿Se consideró en el modelo de KPI's de las TIC la influencia de las redes sociales en la calidad educativa ofertada por la IES?

El elemento a) trata sobre la página institucional y las plataformas educativas con un valor de 80%, el elemento d) que mide la congruencia entre las políticas institucionales y las TIC con un 60% y el elemento n) que verifica que las IES estén a la vanguardia en cuanto a las TIC con un 80%. Estos valores promedian un 73.33% para esta pregunta.

27. ¿Los cambios organizativos en la IES generaron un impulso tecnológico adecuado para incrementar la calidad educativa?

El elemento d) que mide la congruencia entre las políticas y las TIC nos da un valor de 60%, el elemento g) en cuanto a las expectativas de crecimiento de las TIC con un 100%, el elemento l) que se encarga de la priorización algorítmica de la distribución de los recursos TIC con un 40% y el elemento o) de contar con sistemas de indicadores TIC, con un valor de 60%. Estos valores nos dan un porcentaje de 65% para esta pregunta.

28. *¿La creación de nuevas carreras o las que ya están establecidas fueron planeadas en base a la rapidez de los cambios tecnológicos?*

Esta pregunta puede ser vista desde varios elementos, tales como el d) con un 60%, el e) con 100%, el g) con 100%, el i) con 40%, el j) con 80%, el k) con 80%, el l) con 40%, el n) con 80% y el o) con 60%, Todos estos elementos promedian un valor de 71.11% para esta pregunta.

29. *¿Considera que fueron incluidas adecuadamente las tecnologías emergentes de la IES dentro del modelo de indicadores propuesto?*

Para esta pregunta se consideran el elemento c) que es relativo a la seguridad de las bases de datos, con un valor de 80%, el elemento f) que mide los servicios de mensajería y correos con un valor de 80%, el elemento m) encargado de vigilar el cubrimiento de las telecomunicaciones del área física de la IES con un valor de 80% y el elemento n) que promueve el contar con tecnologías de vanguardia con un valor de 80%. Estos valores ocasionan un porcentaje de 80% para esta pregunta.

30. *¿Los mecanismos de control y evaluación de las TIC dentro del modelo aseguraron el correcto funcionamiento de las mismas?*

Para esta pregunta se consideraron los siguientes tres elementos, el c) que tiene que ver con la seguridad de las bases de datos, con un valor de 80%, el l) que mide la priorización algorítmica de la distribución de los recursos TIC con un valor de 40% y el elemento o) que verifica que la IES cuente con un sistema de medición de indicadores TIC, con una media de 60%. Todos estos valores promedian un valor de 60% para esta pregunta.

Los valores de las seis preguntas que forman a esta categoría nos dan una media de **68.24%**.

Finalmente los valores promedio obtenidos para cada una de las seis categorías que conforman al modelo propuesto nos dan un valor final de **77.11%** el cual se detalla en la Tabla No. 5.2 y el cual es el resultado de la perspectiva global de las cinco IES del censo en cuanto a la identificación de elementos TIC que garantizan la competitividad y calidad educativa y esto significa que de una u otra manera las seis categorías del modelo propuesto fueron priorizadas de manera natural por las IES de acuerdo a dicha tabla.

Tabla No. 5.2. Priorización de categorías según IES del censo de acuerdo al análisis del instrumento de medición.

CATEGORÍA	Media	Falta
Infraestructura de las TIC	82.66%	17.34%
Escalabilidad de las TIC	82.00%	18.00%
Integración de las TIC	80.33%	19.67%
Gestión de las TIC	76.00%	24.00%
Calidad en las TIC	73.45%	26.55%
Planeación Estratégica	68.24%	31.76%
PROMEDIO	77.11%	22.89%

Fuente: Elaboración propia.

Esto se puede interpretar que falta incrementar un **22.89%** para alcanzar el 100% ideal en cuanto a la implementación y administración de los recursos tecnológicos en las IES del censo para lograr altos niveles de competitividad y calidad educativa basados en las TIC. Se destaca a su vez que los resultados obtenidos en las tablas 5.1 y 5.2 son prácticamente iguales (77.33% y 77.11%, respectivamente, con una diferencia de 0.22%) y estos valores se refieren a lo que las IES públicas de la zona conurbada dicen tener implementado como infraestructuras tecnológicas para ser competitivas y de esta manera ofrecer servicios de calidad educativa a la población.

Sin embargo, es de destacar que estos resultados contrastan con la opinión de los autores consultados (Tabla No. 3.8), ya que, comparando los valores obtenidos en las tablas 5.2 y 3.8 del capítulo III, se obtiene un orden de prioridad diferente especificado en la Tabla No. 5.3.

Tabla No. 5.3. Categorías según el instrumento de medición y los autores.

Instrumento de Medición	Autores
Infraestructura de las TIC	Calidad en las TIC
Escalabilidad de las TIC	Infraestructura de las TIC
Integración de las TIC	Gestión de las TIC
Gestión de las TIC	Integración de las TIC
Calidad en las TIC	Planeación Estratégica
Planeación Estratégica	Escalabilidad de las TIC

Fuente: Elaboración propia.

Finalmente, esta priorización diferente nos indica el grado de subjetividad que existe al momento de seleccionar los indicadores que forman un modelo de KPI's para incrementar la competitividad y la calidad educativa. Parte de esta investigación se dedica a la eliminación de este tipo de subjetividades penetrando al campo de lo real y concreto a través de la incorporación de modelos de análisis de decisiones.

5.2. Análisis de los indicadores de las categorías del modelo

En esta sección se analizarán uno por uno los 53 indicadores que forman a cada una de las seis categorías del modelo propuesto extrayendo nuevamente información de la Tabla No. 5.1 con el objetivo de determinar la priorización de los mismos de acuerdo a la visión que las cinco IES del censo tienen acerca de dichos indicadores. De la Tabla No. 5.1 se obtienen pues, las tablas numeradas desde la I a la VI del ANEXO C (ANÁLISIS DE LOS INDICADORES DE LAS CATEGORÍAS), donde la MEDIA de cada indicador se obtiene dividiendo la sumatoria de los elementos (Σ) entre el número de elementos que abarca dicho indicador (#) que también se puede considerar como el área de influencia del indicador.

Gestión de las TIC

Los nueve indicadores que forman a la categoría de Gestión de las TIC se evaluaron de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 5.1 que muestra la percepción de las IES del censo en cuanto a la utilización de sus TIC instaladas y que apoyan al mejoramiento de la calidad y competitividad en los servicios de educación que proporcionan a su entorno. Los resultados obtenidos de dichos indicadores se calculan, se priorizan y se especifican en la Tabla No. I del ANEXO C en donde se observa que esta categoría obtiene un valor de 68.68% según la perspectiva de los indicadores de acuerdo a las IES del censo.

Infraestructura de las TIC

Esta categoría también se forma por nueve indicadores, los cuales se evaluaron de acuerdo a los resultados obtenidos en la Tabla No. 5.1 y se encontraron los resultados priorizados en la Tabla No. II del ANEXO C. De acuerdo a dicha tabla se desprende que las cinco IES del censo califican con un 85.32% a la categoría de Infraestructura de las TIC en base a las evaluaciones realizadas a los nueve indicadores que la conforman. Se hace la observación que los indicadores *Information System (IS)* y Componentes básicos obtuvieron una misma evaluación (86.66%), pero se da prioridad al indicador IS debido a que este fue calculado con un mayor número de elementos (seis) respecto al de Componentes básicos que sólo fue evaluado con tres elementos.

Integración de las TIC

Esta categoría está formada por cinco indicadores, los cuales fueron analizados de acuerdo a los valores de la Tabla No. 5.1 para generar los valores obtenidos en la Tabla No. III del ANEXO C con la priorización de los mismos de acuerdo a la óptica de las cinco IES del censo. Se puede ver en la tabla anterior que de

acuerdo a las cinco IES del censo esta categoría alcanza una calificación de 79.08%.

Escalabilidad de las TIC

La categoría de Escalabilidad de las TIC está compuesta por cuatro indicadores los cuales fueron analizados por las IES y se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla No. IV del ANEXO C. De acuerdo a las IES del censo, la categoría de Escalabilidad de las TIC se valoró en 79.90%.

Calidad en las TIC

La categoría de Calidad en las TIC se conforma por 10 indicadores que al analizarse en base a la Tabla No. 5.1 arroja los valores detallados en la Tabla No. V del ANEXO C donde aparecen priorizados. Al final de dicha tabla se observa que en conjunto, las cinco IES le otorgan un valor de 76.53% a esta categoría en base al análisis de sus indicadores.

Planeación Estratégica

Esta categoría del modelo propuesto consta de 16 indicadores, los cuales, al igual que los anteriores, fueron analizados en base a la información de la Tabla No. 5.1 y se obtuvieron los resultados mostrados en la Tabla No. VI del ANEXO C. De dicha tabla se concluye que las IES ponderan con un 69.66% a la categoría de Planeación Estratégica de acuerdo a sus indicadores. Se menciona a su vez que los indicadores que obtuvieron un mismo valor se ordenan de acuerdo al que haya tenido un área de influencia mayor (#).

Los seis valores obtenidos por cada una de las categorías del modelo nos dan un valor promedio de **76.52%** que se interpreta como el valor otorgado por las cinco IES del censo en cuanto al análisis de los 53 indicadores del modelo propuesto distribuidos en las seis categorías del mismo y que nos indica que faltaría un **23.48%** para obtener un 100% ideal, lo cual es lo que se busca alcanzar con el modelo sugerido en este trabajo de investigación. Los seis valores obtenidos de las categorías del modelo se resumen en la Tabla No. 5.4, la cual se puede comparar con la Tabla No. 5.2 y, como podrá verse, se obtienen resultados casi idénticos (76.52% vs 77.11%, es decir, existe una diferencia de solo un 0.59%).

Tabla No. 5.4. Priorización de categorías según IES del censo de acuerdo al análisis de los indicadores de las categorías del modelo.

CATEGORÍA	Media	Falta
Infraestructura de las TIC	85.32%	14.68%
Escalabilidad de las TIC	79.90%	20.10%
Integración de las TIC	79.08%	20.92%
Calidad en las TIC	76.53%	23.47%
Planeación Estratégica	69.66%	30.34%
Gestión de las TIC	68.68%	31.32%
PROMEDIO	76.52%	23.48%

Fuente: Elaboración propia.

Hasta ahora se tienen tres resultados, muy similares entre sí, los cuales se resumen a continuación en la Tabla No. 5.5.

Tabla No. 5.5. Tabla comparativa de análisis de las IES del censo.

CATEGORÍA	Media	Falta
Análisis general del censo (Tabla No. 5.1)	77.33%	22.67%
Análisis general del censo por instrumento de medición (Tabla No. 5.2)	77.11%	22.89%
Análisis general del censo por indicadores del modelo (Tabla No. 5.4)	76.52%	23.48%
PROMEDIO	76.98%	23.02%

Fuente: Elaboración propia.

5.3. Priorización de las categorías del modelo

Hasta este momento de la investigación se tienen tres tablas (3.8, 5.2 y 5.4) las cuales priorizan a las seis categorías del modelo propuesto desde diferentes puntos de vista (una de autores y dos de las IES; una conforme al instrumento de medición y otra respecto a los indicadores, respectivamente); por lo cual, es necesario establecer una priorización final de las mismas y para ello se utilizará el método de estandarización de datos. (Mendenhall, 2006).

Para la estandarización de las categorías ordenadas de acuerdo al criterio de los autores retomamos la Tabla No. 3.8, la cual se enriquece con columnas adicionales (Ver Tabla No. I, ANEXO D, PRIORIZACIÓN DE LAS CATEGORÍAS DEL MODELO). El promedio (μ) en este caso es $\mu = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n} = 16.66$ y la desviación estándar (σ) se calcula como $\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{n}} = 6.02$. En la última columna se muestran los datos estandarizados (Z_i) los cuales se calculan de la siguiente manera: $Z_i = \frac{X_i - \mu}{\sigma}$ y una vez obtenidos estos se usarán para obtener la priorización final.

De igual manera se estandarizan las categorías de acuerdo al instrumento de medición (Tabla No. 5.2), a la cual se le agregan las mismas columnas (Ver Tabla No. II, ANEXO D). En este caso el $\mu = 77.11$, $\sigma = 5.13$ y $n = 6$.

Para la estandarización de las categorías de acuerdo a los indicadores se actualiza la Tabla No. 5.4 (Ver Tabla No. III, ANEXO D). Para esta estandarización se considera $\mu = 76.52$, $\sigma = 5.82$ y $n = 6$.

Una vez obtenidas las tres tablas de estandarización se construye una tabla final la cual contiene la priorización final de las categorías del modelo propuesto (Ver Tabla No. IV, ANEXO D) la cual se someterá al modelo AHP en la siguiente sección para la comprobación de dicha priorización.

5.4. Priorización de los indicadores por categoría

Para este procedimiento se considerarán las tablas de priorización de indicadores de acuerdo a los autores (tablas de la 3.9 a la 3.14) y las tablas de priorización de indicadores de acuerdo a las IES del censo recién establecidas (tablas de la I a la VI del ANEXO C) adoptándose nuevamente el método de estandarización de datos.

Gestión de las TIC

Para la estandarización de los indicadores de esta categoría se consideran las tablas No. 3.9 (autores) y la No. I del ANEXO C (IES del censo) para obtener la Tabla No. I, del ANEXO E (PRORIZACIÓN DE LOS INDICADORES POR CATEGORÍA). En este caso el $\mu = 1.91$ y la $\sigma = 1.2378$ para los autores y $\mu = 68.68$ y la $\sigma = 14.49$ para las IES del censo y en ambos casos el valor de $n = 9$.

Después de generar dicha tabla se procede a ordenarlos de mayor a menor y de esta manera se obtiene la Tabla No. II del ANEXO E. En caso de valores iguales en el primer valor de Z_i se ordenaron mediante el segundo valor estandarizado de Z_i y de esta manera se obtiene la priorización final de los nueve indicadores de esta categoría a la que se le aplicará el modelo AHP para la correcta comprobación de dicha priorización.

Infraestructura de las TIC

Para la estandarización de los indicadores de esta categoría se consideran las tablas 3.10 (autores) y la No. II del ANEXO C (IES del censo) para obtener la Tabla No. III del ANEXO E. En este caso el $\mu = 2.36$ y la $\sigma = 1.837$ para los autores y $\mu = 85.32$ y la $\sigma = 7.497$ para las IES del censo con un valor de $n = 9$.

Una vez estandarizados los indicadores de esta categoría se procede a ordenarlos de acuerdo a los valores Z_i para obtener la priorización final de los mismos tal y como se muestra en la Tabla No. IV del ANEXO E.

Integración de las TIC

Para la estandarización de los indicadores de esta categoría se consideran las tablas 3.11 (autores) y la No. III del ANEXO C (IES del censo) para obtener la Tabla No. V del ANEXO E. En este caso el $\mu = 2.838$ y la $\sigma = 1.777$ para los autores y $\mu = 79.086$ y la $\sigma = 3.254$ para las IES del censo con un valor de $n = 5$.

Posteriormente se construye la Tabla No. VI del ANEXO E con los datos estandarizados de mayor a menor de todos los indicadores de la categoría de Integración de las TIC constituyéndose esta en la priorización final de los indicadores de esta categoría a la cual se le aplicará el modelo AHP.

Escalabilidad de las TIC

Para la estandarización de los indicadores de esta categoría se consideran las tablas 3.12 (autores) y la No. IV del ANEXO C (IES del censo) para obtener la Tabla No. VII del ANEXO E. En este caso el $\mu = 2.535$ y la $\sigma = 1.187$ para los autores y $\mu = 79.9025$ y la $\sigma = 8.282$ para las IES del censo con un valor de $n = 4$.

La priorización final de los indicadores de esta categoría se muestra en la Tabla No. VIII del ANEXO E, la cual se someterá al estudio del método AHP.

Calidad en las TIC

Para la estandarización de los indicadores de esta categoría se consideran las tablas 3.13 (autores) y la No. V del ANEXO C (IES del censo) para obtener la Tabla No. IX del ANEXO E. En este caso el $\mu = 2.68$ y la $\sigma = 2.068$ para los autores y $\mu = 76.33$ y la $\sigma = 7.063$ para las IES del censo con un valor de $n = 10$.

Una vez obtenidos los valores estandarizados se ordenan ascendentemente en la Tabla No. X del ANEXO E de acuerdo al primer valor estandarizado y en caso de valores iguales, se ordenan de acuerdo al segundo valor estandarizado. Esta priorización final se someterá al modelo AHP para su verificación.

Planeación Estratégica

Para la estandarización de los indicadores de esta categoría se consideran las tablas 3.14 (autores) y la No. VI del ANEXO C (IES del censo) para obtener la Tabla No. XI del ANEXO E. En este caso el $\mu = 0.6275$ y la $\sigma = 0.2208$ para los autores y $\mu = 69.66$ y la $\sigma = 12.528$ para las IES del censo con un valor de $n = 16$.

Una vez estandarizados los valores se procede a ordenarlos ascendentemente en la Tabla No. XII del ANEXO E para obtener su priorización final. En caso de que algún indicador tenga el mismo valor estandarizado, se procederá a un segundo ordenamiento en base a su segundo valor estandarizado. Dicha priorización final se someterá al modelo AHP para su comprobación correspondiente.

5.5. Aplicación del modelo de análisis de decisiones AHP

El modelo de análisis de decisiones AHP es el que se utilizará debido a que permite ingresar valores a un archivo en Excel con fórmulas pregrabadas y cuyos cálculos se podrán realizar de manera iterativa hasta obtener el valor de coeficiente de consistencia (CR) más pequeño posible. Un valor de CR menor de

10% (0.1) se considera como bueno aunque se buscará obtener valores todavía más pequeños para asegurar resultados más exactos.

Este modelo maneja como máximo ocho variables (indicadores) de manera simultánea y es por ello que en las secciones anteriores se priorizaron tanto las categorías como los indicadores de cada categoría para en caso de exceder de esta cantidad solo se consideren los primeros ocho lugares mejor rankeados.

Este método trabaja por pares de comparación a los cuales se les asignan valores en el rango de 2 y 9 para indicar el grado de preferencia de un elemento sobre el otro y en base a estas combinaciones de números se realizan los cálculos correspondientes.

Finalmente, una vez obtenido el menor valor posible de CR se procede a realizar la interpretación de la numerología para la correcta toma de decisiones.

5.5.1. Por categorías

La priorización final de categorías (Tabla No. IV del ANEXO D) se somete al modelo AHP, el cual consiste en fórmulas pregrabadas en Excel y después de realizar 50 pruebas con distintos valores se obtiene la combinación mostrada en la Figura No. I del ANEXO F (APLICACIÓN DEL MODELO AHP) donde se alcanzó el menor valor del coeficiente de consistencia ($CR = 0.0385 < 0.1$). Los valores en color amarillo nos servirán como base para la elaboración de las conclusiones, las cuales se explican en la sección correspondiente.

5.5.2. Por indicadores de cada categoría

En esta sección se muestran los cálculos realizados en Excel para la correcta verificación del ordenamiento dado a los indicadores de cada una de las seis categorías que forman el modelo propuesto.

Gestión de las TIC

Después de 47 iteraciones, el modelo AHP arrojó un valor mínimo de $CR = 2.89\%$ para los indicadores de la categoría de Gestión de las TIC, el cual se muestra en la Figura No. II del ANEXO F.

Infraestructura de las TIC

Para la categoría de Infraestructura de las TIC se encontró un valor mínimo de $CR = 3.38\%$ después de 38 ejecuciones, el cual se detalla en la Figura No. III del ANEXO F.

Integración de las TIC

Después de realizar 40 iteraciones se encontró un valor mínimo de $CR = 6.24\%$ para la categoría de Integración de las TIC, el cual se muestra en la Figura No. IV del ANEXO F.

Escalabilidad de las TIC

Para la categoría de Escalabilidad de las TIC se hicieron 45 intentos hasta encontrar un valor mínimo de $CR = 4.91\%$, el cual se muestra en la Figura No. V del ANEXO F.

Calidad en las TIC

En la categoría de Calidad en las TIC se hicieron 52 intentos hasta encontrar un valor mínimo de $CR = 4.73\%$, mostrado en la Figura No. VI del ANEXO F.

Planeación Estratégica

El modelo AHP arrojó un valor mínimo de $CR = 3.94\%$ para la categoría de Planeación Estratégica después de 56 intentos y se detalla en la Figura No. VII del ANEXO F.

CONCLUSIONES

Capítulo I: Organización del estudio

En el capítulo I se abarcan los diferentes modelos, tanto de aseguramiento de la calidad educativa como aquellos que sustentan la base de la competitividad entre las IES para proporcionar un amplio espectro de opciones y características a considerar al momento de introducir los diferentes indicadores de desempeño con el objetivo de crear un nuevo modelo de fortalecimiento de las TIC en las IES, tanto en las Universidades como en los Institutos Tecnológicos para el incremento de la calidad educativa.

La incorporación de modelos de Análisis de Decisiones robustecerá aún más el peso específico de una adecuada selección de dichos indicadores para la conformación de este nuevo modelo para fortalecer las TIC en dichas instituciones. Se concluye además que, si bien existen muchos modelos educativos a nivel superior, las IES siguen adoleciendo de inadecuadas gestiones administrativas y de un incorrecto seguimiento y control de sus recursos tecnológicos e infraestructuras lo cual repercute en problemas inherentes a los servicios básicos que toda IES debe ofrecer a la sociedad y a través de este modelo se busca soslayar esta problemática.

Como parte de la solución a la problemática detectada que es la no utilización y aprovechamiento de los KPI's correspondientes a las tecnologías TIC por parte de las IES para lograr un servicio de educación con la calidad suficiente requerida por el sector industrial de la zona comprendida en el estudio se propone la aplicación de modelos de decisiones para identificar a aquellos KPI de las TIC que permeen en el correcto desenvolvimiento de las estructuras organizacionales de dichas instituciones, sin dejar de considerar que dicho modelo puede ser implementado en las instituciones o solo ser considerado para sentar las bases de la optimización de las TIC ya existentes dentro de cada una de las IES.

Capítulo II: Marco Teórico

El capítulo II está formado por cinco partes, las cuales presentan las siguientes conclusiones.

La primera tiene que ver con las TIC y al respecto se ha descubierto que a pesar de que en la actualidad se utilizan mucho las TIC en diferentes ámbitos de la vida cotidiana todavía no queda claro el concepto exacto de lo que son las Tecnologías de Información, ya que muchos autores las definen de acuerdo al entorno en que se desempeñan.

Esta situación es paradójica debido al exacerbado uso de las mismas y al desconocimiento también sobre las mismas y esta situación a su vez influye en la complejidad y diversidad de categorizaciones y clasificaciones de las mismas, ya que al existir sesgos en la conceptualización del concepto, existirán variaciones en las distintas formas de clasificarlas así como en los distintos enfoques de qué características son las que integran a las TIC.

A pesar de ello, se deduce tanto de las definiciones como de las clasificaciones estudiadas en la investigación, que las TIC influyen de manera importante en los productos, servicios y proyectos que las instituciones ofertan a sus respectivos mercados.

También se confirma que uno de los sectores que más utilizan las TIC es el educativo, en particular a nivel universitario. Se ha demostrado a través del tiempo la relevancia que tiene para los países incrementar calidad de la educación a este nivel. Es por ello que se han desarrollado muchos modelos y posturas a este nivel y que estos modelos se han construido a través de las TIC y además están enfocados en las TIC; es por ellos que prácticamente todas las ingenierías deberán incluir asignaturas que estudian y/o que utilicen a las TIC.

Debido a lo anterior, se ha justificado la implementación de las denominadas sociedades de conocimiento y/o de la información en las IES con el objetivo de

involucrar elementos que mejoren la educación, tanto a los alumnos como a los profesores, garantizar el acceso a las TIC de todos los actores del proceso enseñanza-aprendizaje, así como la aprovechamiento al máximo de los recursos tecnológicos, los cuales son afines a los objetivos del presente trabajo doctoral.

Sin embargo se reconoce que existen dificultades para que los procesos de integración de las TIC en las IES se lleven a cabo a través de una implementación adecuada y se debe ser claro en que el hecho de tener implementadas algunas TIC en las instituciones no significa que dichas instituciones aprovechen de manera óptima estos recursos. Es por ello que se requieren de trabajos de investigación como el presente en donde se busca encontrar métodos, procedimientos así como la identificación de KPI's que ayuden a medir los elementos que incrementarán la calidad educativa a nivel superior con el apoyo de las nuevas tecnologías o con la optimización de las ya existentes en las instituciones.

Las TIC se administrarán de acuerdo a la funcionalidad que éstas tengan en la institución y, para ello, se pueden utilizar las diferentes herramientas comerciales existentes. Se recalca el hecho de que la gestión de las TIC en las IES deberá de realizarse en base a un estudio tecnológico como el que se propone en esta investigación y, además, deberán de consolidarse los aspectos políticos y socioeconómicos del entorno de las instituciones para que la implementación de las TIC se sintonicen a este tipo de cambios.

Además adquiere relevancia que las TIC en las universidades consideren a la eficiencia y a la responsabilidad social como factores tecnológicos que inciden en la calidad de la educación y que por lo mismo deberán estar sujetos a la administración de las mismas.

En cuanto a la parte dos referente a la Planeación Estratégica y en específico, a la Educación Superior, ésta es una actividad crítica y que debe ser canalizada para innovar y mejorar las funciones propias de la institución en donde tendrán

relevancia los indicadores de desempeño que tienen que ver con la eficiencia y calidad. Es por ello que las universidades cada vez se han pronunciado más a la búsqueda y adopción de diversos modelos educativos integrales.

En este renglón convergen elementos tales como la innovación docente, los cambios organizativos y la adopción y uso adecuado de las infraestructuras.

Por otro lado, en cuanto a la competitividad de las IES existen numerosos indicadores importantes que deberán ser considerados para elevar los niveles de competitividad de las instituciones y estos tienen que ver con aquellos que midan el cumplimiento de las misiones institucionales así como los que miden los entornos externos, los cuales pueden ser muy variados como el político, el social, el ambiental y el económico. El estudio también resalta la importancia que tiene el hecho de que las universidades se fortalezcan a través de relaciones con universidades extranjeras, sin dejar de observar otro tipo de indicadores que miden la competitividades de las IES tales como la capacidad creativa en sus procesos, el trabajo en equipo, contar con un liderazgo innovador, la comunicación entre sus unidades académicas y contar un sistema adecuado de toma de decisiones.

Sin duda que si las IES observan e implementan las medidas adecuadas derivadas de la observancia de los indicadores de desempeño alcanzarán posiciones privilegiadas en las diferentes maneras de medir la calidad educativa en las universidades (ranking), tanto a nivel nacional como internacional.

Por último, el modelo de Porter adaptado al sector de la Educación Superior mejorará la calidad educativa debido a que engloba a los elementos de rivalidad (competencia), clientes (alumnos), proveedores (profesores) y los productos (egresados con capacidad investigadora).

La parte tres de este trabajo es relativo a la Dirección de las TIC en las universidades. Como punto de partida se encuentra el hecho de que muchos

docentes realizan actividades como coordinadores de tecnología, lo cual es punto a solucionar ya que al tomar este papel, se desatienden las cuestiones de docencia.

Con el objetivo de medir KPI's TIC en este sentido se deben de considerar los factores de la gestión de recursos informáticos y la correcta integración curricular de las TIC.

Una de las actividades que se deben de coordinar en cuanto a la dirección de las TIC es que ésta se debe de realizar y vigilar en cuatro etapas muy marcadas tales como el diagnóstico, la planeación, la implementación y el control y la evaluación.

En el caso de que las tecnologías ya se encuentren implementadas será necesario el diseño de mecanismos para registrar y, con esto, aumentar los niveles de los índices de desempeño, del manejo adecuado de la infraestructura y de su uso pedagógico y de la administración de contenidos.

En la parte cuatro se analizan los indicadores claves de desempeño que pueden ser usados para la medición de distintos aspectos que conforman a las IES con el propósito de comparar y examinar los niveles de calidad y de competencia de las mismas.

Estos indicadores permitirán a las IES compararse, en primera instancia, consigo mismas y, posteriormente, con otras más. Son parámetros que deben dirigir diversos procesos naturales de las universidades tales como la innovación educativa o académica, la correcta distribución de recursos de acuerdo a ciertas prioridades y algunos más que miden las relaciones de las IES con organismos, el gobierno y con la sociedad.

Dentro de los indicadores de desempeño para medir la incorporación tecnológica en las IES se destacan aquellos que ponderan las políticas del uso de las TIC a largo plazo, estudios sobre la calidad de los especialistas en las TIC por parte de la institución y diversos porcentajes de gasto de las TIC.

Por otro lado, existe una gran diversidad de elementos a considerar al momento de crear nuevos KPI's porque esta actividad requiere de la investigación de los ámbitos de influencia que se desean abarcar. De igual manera se debe de tener una clara definición del indicador, su fórmula de cálculo, su interpretación y su utilidad. En cuanto a algunas de las especificaciones de los criterios a tomar en cuenta sobre el cálculo de cada indicador se encuentra el criterio estadístico, la fecha de corte para su cálculo y las fuentes de información que se requiera.

La quinta parte tiene que ver con la parte matemática y abstracta de la investigación la cual son los modelos de Análisis de Decisiones y que se constituyen en las herramientas que manipularán e interpretarán los datos recogidos.

En este trabajo doctoral se realizó una exhaustiva revisión de los distintos modelos para la toma de decisiones. Sin duda que el contar con una amplia visión de estos modelos fortalecerá al investigador en el momento de realizar la selección de algún modelo en particular que más se acerque a las características del fenómeno a medir.

Sin duda que el contar con estos modelos ayudará a aumentar en gran medida el grado de confianza en cuanto a la veracidad de los resultados obtenidos debido a la significativa reducción de riesgos e incertidumbres.

Capítulo III: Metodología de la investigación

El capítulo III nos muestra la metodología de la investigación la cual está formada por siete etapas que nos arrojan las siguientes conclusiones.

La primera parte es referente al diseño metodológico cuyo principal aporte es el establecimiento de la gráfica procedural que guiará el presente trabajo de investigación y en la cual se destaca la detección de necesidades de las IES de la zona; así mismo, el bloque concerniente a la literatura de diversos autores (marco teórico) se convierte en la fuente de información para la identificación de las categorías que integrarán al modelo propuesto, así como a los indicadores de desempeño de cada una de estas categorías. También se consideran otros modelos o trabajos relacionados para determinar la directriz de este trabajo de investigación.

En este caso, los autores referenciados en el marco teórico, se constituyen como los principales generadores de indicadores de desempeño que serán los que se categorizarán de acuerdo a los distintos aspectos que se desean ponderar dentro del modelo propuesto.

En esta primera fase también se incluye la formulación de la encuesta para que ésta sea aplicada y se recolecten los datos necesarios, los cuales, después de un análisis a través de los modelos de toma de decisiones, constituirán a través de una cuidadosa selección el sistema de indicadores que formarán el modelo propuesto para incrementar la calidad y competitividad educativa en las IES públicas de la zona metropolitana de Tampico, Madero y Altamira a través de las TIC.

La segunda parte corresponde al diseño y tipo de investigación, y en cuanto al diseño, se concluye que es experimental ya es un proceso que identifica las variables de mayor impacto como lo son las necesidades de las IES de incrementar sus niveles de competencia en la calidad de la educación ofertada a

través de la implementación o de la mejora u optimización de sus recursos tecnológicos existentes.

Sobre el tipo de investigación utilizada durante este trabajo se entiende como correlacional ya que se analizó cómo impactan las variables seleccionadas, las cuales se constituyen como los indicadores de desempeño que forman parte del modelo propuesto en la calidad educativa en las IES de la zona de estudio.

La tercera parte de este capítulo describe a la población y a la muestra seleccionada. Aquí se concluye que es posible seleccionar al total de las cinco IES públicas de la zona conurbada que ofrecen mayoritariamente el servicio de la formación y generación de ingenieros en distintas especialidades a la sociedad y al sistema de empresas que forman el corredor industrial de sus alrededores, por ello, el presente trabajo adquiere importancia para los dos sectores mencionados.

No se debe descartar el hecho de que la implementación de este modelo de fortalecimiento de las TIC para incrementar el nivel educativo de las IES públicas pueda ser implementado en ciudades o zonas similares que posean complejos industriales como el de la zona de estudio de este trabajo de investigación.

La cuarta parte de este capítulo toca el tema de la categorización o dimensiones del modelo. De la literatura del marco teórico se identificaron seis categorías que forman al modelo propuesto y que en esta sección se busca la descripción de las mismas así como de sus características. En cuanto a la categoría de Gestión de las TIC se concluye que éstas deben de ser vistas como activos de la empresa, ya que tienen un valor que debe ser medido con uno de los indicadores que forman a esta categoría como lo es el punto de recuperación de la inversión (ROI), es decir, se deben de considerar como parte de los activos de las instituciones.

De igual manera, la categoría de Infraestructura de las TIC se entiende como aquellas que tienen que ver con el manejo de información (SI, Enterprise System) así como los relacionados a las telecomunicaciones como los factores o

indicadores más relevantes a considerar al momento de evaluar la calidad educativa de una IES.

En la categoría de Integración de las TIC se presentan dos aspectos. El primero tiene un sesgo negativo ya que tiene que ver con la resistencia al cambio que aún se da, de manera insólita, en algunas instituciones; el segundo de ellos, en cambio, tiene un aspecto positivo que tiene que ver con la identificación de los KPI's que representan a esta categoría como los son la implementación de diferentes tipos de tecnología, redes de convergencia y los servicios integrados.

La categoría de la Escalabilidad de las TIC tiene que ver con las expectativas de crecimiento que tienen o que deben de tener las tecnologías que se adquieran o que se optimicen en las instituciones con el objetivo de realzar los niveles de competencia educativa. En este renglón, se estacan aquellos indicadores que miden la velocidad de información así como el que mide la capacidad de usuarios que pueden ser soportados por las mismas.

La dimensión de Calidad en las TIC dentro de las instituciones es vital para el modelo que se propone, ya que esta se nutre de diferentes factores identificados en las lecturas y en los modelos estudiados, siendo de mayor peso específico los de impactos, servicios y productos.

La última categoría del modelo, que es la de Planeación Estratégica, tiene la particularidad de ser muy general, motivo por el cual está formada por muchos y variados indicadores. Esto ocasiona que muchos autores tiendan a juzgar con un mismo valor a cada uno de estos factores y que casi todos ellos tengan un mismo valor específico.

Las partes quinta y sexta se pueden concluir de manera paralela ya que ambas se dedican a la medición y ponderación de las seis categorías del modelo. En ellas es donde se describen y se calculan específicamente cada uno de los KPI's que integran a cada categoría en base a las 197 citas de los diversos autores

consultados, siendo la categoría denominada Planeación Estratégica la que más factores tiene con un total de 16 y la de Escalabilidad de las TIC la que menos indicadores tiene con un total de cuatro. La categoría concerniente a la Calidad en las TIC tiene 10 indicadores. Las categorías de Gestión de las TIC e Infraestructura de las TIC tienen un total de nueve indicadores cada una y la de Integración de las TIC tiene cinco indicadores.

De los resultados obtenidos en cuanto a la categoría de Gestión de las TIC se destaca el indicador denominado “políticas para préstamo y uso” con un total de 10 de las 34 citas y que representan el 29.14% del total de esta categoría y el 5.07% del total de todo el modelo.

En la categoría de Infraestructura de las TIC se destaca el indicador llamado “activos o recursos estratégicos” con un cómputo de 14 del total de las 42 citas de esta categoría, es decir, el 33.33% y a su vez, el 7.10% del modelo.

En cuanto a la Integración de las TIC, el indicador “servicios integrados” fue citado en 10 de las 28 citas, es decir, 35.71% y un 5.07% del modelo propuesto.

La Escalabilidad de las TIC fue guiada por el indicador “innovación” con un 45% (9 de 20 citas), que su vez representa el 4.56% del modelo.

De igual manera, en la Calidad en las TIC, el indicador más representativo fue el de “servicios” con un total de 14 de las 53 citas, un 26.41% de esta categoría y a su vez, el 7.10% del modelo.

Por último, la categoría de Planeación Estratégica encontró en los indicadores “innovación docente”, “amenaza de los competidores (otras IES)”, “clientes (alumnos)” y “perspectiva (crecimiento)” sus más altas ponderaciones con 2 citas cada uno de ellos de un total de 20, o sea, un 10% cada uno de ellos y al mismo tiempo, el 1.01% cada uno de ellos del modelo propuesto.

La última parte, la séptima, recoge los datos obtenidos principalmente en las partes quinta y sexta para la generación del instrumento de medición (encuesta),

el cual contiene preguntas que abarcan los KPI's seleccionados para cada categoría y poder ser aplicada en las IES con el propósito de medir cada una de las seis categorías del modelo en las IES públicas de la zona y recolectar de esta manera la información de estos indicadores.

Posteriormente estos datos sean analizados a través de diferentes modelos de análisis de decisiones, y finalmente, se interpretan para la toma correcta de decisiones en cuanto a los ajustes necesarios que se tengan que ejercer en cada IES del censo en particular.

Capítulo IV: Casos de estudio

En el capítulo IV se considera la información recopilada en las cinco IES del censo (casos de estudio) y de esta manera se identificaron los elementos TIC de la encuesta aplicada que requieren una atención emergente, inmediata, áreas de mejora y de sostenimiento.

Los siguientes elementos TIC deben de ser atendidos con extrema urgencia ya que fueron calificados con un valor de 40% por las IES.

Elementos TIC	KPI's relacionados	Promedio de las IES	Categorías de influencia
Teleducación	IF-01, IF-02, IF-04, IF-05, IT-02, IT-03, IT-04, ES-02, CA-09 y CA-10	40%	IF(40%), IT(30%), ES(10%) y CA(20%)
Priorización algorítmica para la distribución de productos TIC	GE-04, GE-05, GE-07, GE-09, CA-03, CA-06, CA-07, PE-06, PE-07 y PE-16	40%	GE(40%), CA(30%) y PE(30%)

Los siguientes elementos TIC deben de ser atendidos inmediatamente ya que fueron calificados con un valor de 60% por las IES.

.Elementos TIC	KPI's relacionados	Promedio de las IES	Categorías de influencia
Congruencia políticas institucionales – TIC	GE-04, GE-06, GE-09, CA-01, CA-04, CA-06, CA-07, PE-02, PE-07, PE-08, PE-09 y PE-14	60%	GE(25%), CA(33.33%) y PE(41.66%)
Sistema de medición de indicadores TIC	GE-02, GE-09, IT-01, CA-07 y PE08	60%	GE(40%), IT(20%), CA(20%) y PE(20%)

Por otro lado se detectaron los siguientes elementos TIC que pueden ser mejorados tales como: página institucional y plataformas educativas; seguridad en sus bases de datos; servicios de mensajería y correo; TIC adecuadas en las aulas, laboratorios y talleres; licencias suficientes de software educativo; cobertura de sus telecomunicaciones y el contar con TIC de vanguardia. Todos estos elementos fueron valorados por las IES con una calificación de 80% y se resumen en la siguiente tabla.

Elementos TIC	KPI's relacionados	Promedio de las IES	Categorías de influencia
Página institucional y plataformas educativas	IF-05, IT-01, IT-02, IT-03, IT-04, ES-04, CA-02, CA-03, CA-07, CA-09, CA-10, PE-03, PE-05 y PE-06	80%	IF(7.14%), IT(28.57%), ES(7.14%), CA(35.71%) y PE(21.42%)
Seguridad en bases de datos	GE-02, IF-01, IF-02, IF-03, IT-01, PE-05 y PE-06	80%	GE(14.28%), IF(42.85%), IT(14.28%) y PE(28.57%)
Servicios de mensajería y correo	IF-05, IT-02, IT-03, IT-04, CA-02, CA-05, CA-09, CA-10 y PE-06	80%	IF(11.11%), IT(33.33%), CA(44.44%) y PE(11.11%)
TIC adecuadas en aulas, laboratorios y talleres	GE-05, GE-07, GE-08, IF-03, IF-06, IF-07, IF-08, IF-09, IT-02, IT-03, IT-05, ES-01, ES-03, CA-02, CA-03, CA-06, CA-07, CA-08, PE-06 y PE-07	80%	GE(15%), IF(25%), IT(15%), ES(10%), CA(25%) y PE(10%)
Licencias de software educativo	IF-01, IF-02, IF-03, ES-03, ES-04, CA-06, PE-05 y PE-06	80%	IF(37.5%), ES(25%), CA(12.5%) y PE(25%)
Cobertura de las telecomunicaciones	GE-01, IF-01, IF-02, IF-04, IF-05, IF-09, IT-02, IT-03, IT-04, ES-02, ES-03, ES-04, CA-09 y CA-10	80%	GE(7.14%), IF(35.71%), IT(21.42%), ES(21.42%) y CA(14.28%)
TIC de vanguardia	GE-05, GE-07, IF-	80%	GE(16.66%), IF(25%),

	03, IF-06, IF-08, IT-02, ES-03, CA-01, CA-06, CA-07, PE-04 y PE-14		IT(8.33%), ES(8.33%), CA(25%) y PE(16.66%)
--	--	--	--

Finalmente, las IES manifiestan estar muy satisfechas en cuanto a la velocidad de sus respectivos servidores; en sus respectivas capacidades TIC para la atención de sus matrículas; en cuanto a sus expectativas de crecimiento de sus TIC y a los servicios de soporte técnico de sus TIC ya que todos estos rubros fueron valorados con un 100%, tal y como se resume en la siguiente tabla. Se recomienda mantener esta valoración ya que son los elementos TIC que incrementan el porcentaje de utilización de las TIC educativas en las IES.

Elementos TIC	KPI's relacionados	Promedio de las IES	Categorías de influencia
Velocidad de sus servidores	IF-01, IF-02, IF-05, IF-07, ES-02	100%	IF(80%) y ES(20%)
Capacidad TIC para atención de sus matrículas	GE-08, IF-01, IF-02, IF-04, IF-05, IF-07, IF-08, IF-09, IT-01, IT-03, IT-04, ES-01, ES-04, CA-02, CA-03, CA-06, CA-08, CA-09, CA-10, PE-05, PE-06, PE-15	100%	GE(4.54%), IF(31.81%), IT(13.63%), ES(9.09%), CA(27.27%) y PE(13.63%)
Expectativas de crecimiento TIC	GE-08, IF-07, IF-08, IF-09, ES-03, ES-04, CA-02, CA-03, CA-04, CA-05, CA-06, CA-07, PE-05, PE-06, PE-10, PE-11, PE-13, PE-15	100%	GE(5.55%), IF(16.66%), ES(11.11%), CA(33.33%) y PE(33.33%)
Servicios de soporte técnico de sus TIC	GE-03, IF-06, IF-07, CA-02, CA-03, PE-04 y PE-06	100%	GE(14.28%), IF(28.57%), CA(28.57%) y PE(28.57%)

Capítulo V: Desarrollo del modelo

En cuanto a la implementación del modelo AHP, que se hace al final de este capítulo, éste se aplicó tanto a la priorización de las seis categorías del modelo como a la priorización de los indicadores de cada una de dichas categorías con el objetivo de verificar el correcto ordenamiento entre ellos.

Fue necesario realizar varias iteraciones, tanto en las categorías como en los indicadores, para obtener el menor valor posible de CR (coeficiente de consistencia) para de esta manera asegurar que los pares de comparación entre elementos fueran lo más correctos posibles. Un valor adecuado es que el $CR < 10\%$ (0.1), pero se buscaron valores aún mucho más pequeños.

Las conclusiones de este capítulo se pueden resumir, básicamente, en dos momentos; uno para las categorías del modelo y otro para los KPI's de cada categoría.

Categorías del modelo

En cuanto a las categorías del modelo se encontró un valor mínimo de $CR = 3.85\%$ después de 50 iteraciones que indica una muy buena correlación de dichas categorías, la cual se establece por los pares de comparación establecidos en la Tabla No. I del ANEXO G (MATRICES DE COMPARACIÓN), la cual se resume a continuación.

1. La categoría de Calidad en las TIC se considerará moderadamente preferida sobre la categoría de Infraestructura de las TIC, de fuertemente a muy fuertemente preferida sobre la categoría de Escalabilidad de las TIC, de muy fuertemente a extremadamente preferida sobre la categoría de Gestión de las TIC y extremadamente preferida sobre las categorías de Integración de las TIC y la Planeación Estratégica.
2. La categoría de Infraestructura de las TIC se considerará igualmente a

moderadamente preferida sobre las categorías de Escalabilidad de las TIC y la de Integración de las TIC, moderadamente preferida sobre la categoría de Gestión de las TIC y de moderadamente a fuertemente preferida sobre la categoría de Planeación Estratégica.

3. La categoría de Escalabilidad de las TIC se debe considerar de igualmente a moderadamente preferida a la categoría de Integración de las TIC y la de Planeación Estratégica y moderadamente preferida sobre la categoría de Gestión de las TIC.
4. La categoría de Integración de las TIC se considera como igualmente a moderadamente preferida sobre la categoría de Planeación Estratégica y moderadamente preferida sobre la categoría de Gestión de las TIC.
5. La categoría de Gestión de las TIC es igualmente a moderadamente preferida sobre la categoría de Planeación Estratégica.
6. La categoría de Planeación Estratégica no tiene injerencia sobre ninguna de las otras categorías y deberá ser la última categoría para considerar sus indicadores.

Indicadores por categoría

A continuación se realizan las conclusiones sobre las priorizaciones de los indicadores de cada una de las categorías respetando en primer lugar la priorización de las categorías del modelo.

1°.- Indicadores de la categoría Calidad en las TIC (CA-xx)

En esta categoría se realizaron 52 intentos hasta encontrar un valor mínimo de CR = 4.73% que para conseguirlo se debe de respetar la matriz de comparación mostrada en la Tabla No. VI del ANEXO G, la cual establece lo siguiente.

1. El indicador CA-02 se debe considerar igualmente a moderadamente

preferido sobre los indicadores CA-03, CA-04, CA-01 y CA-09; moderadamente a fuertemente preferido sobre el CA-08 y extremadamente preferido sobre los indicadores CA-10 y CA-07.

2. El indicador CA-03 es igualmente a moderadamente preferido sobre el CA-04; moderadamente preferido sobre CA-01; fuertemente preferido sobre el CA-08; fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el CA-09; muy fuertemente a extremadamente preferido sobre el CA-07 y extremadamente preferido sobre el CA-10.
3. El indicador CA-04 es igualmente a moderadamente preferido sobre el CA-09; moderadamente preferido sobre el CA-01; fuertemente preferido sobre el CA-08; fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el CA-10 y de muy fuertemente a extremadamente preferido sobre el CA-07.
4. El indicador CA-01 es igualmente a moderadamente preferido sobre el CA-08; moderadamente preferido sobre el CA-09; moderadamente a fuertemente preferido sobre CA-10 y CA-07.
5. El indicador CA-08 es igualmente a moderadamente preferido sobre el CA-09 y moderadamente preferido sobre CA-10 y el indicador CA-07.
6. El indicador CA-09 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores CA-10 y CA-07.
7. El indicador CA-10 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador CA-07.
8. El indicador CA-07 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores 06 y 05.

2°.- Indicadores de la categoría Infraestructura de las TIC (IF-xx)

En esta categoría se realizaron 38 intentos hasta encontrar un valor mínimo de CR = 3.38% que para conseguirlo se debe de respetar la matriz de comparación mostrada en la Tabla No. III del ANEXO G, la cual establece lo siguiente.

1. El indicador IF-07 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores IF-03, IF-09 e IF-05; moderadamente preferido sobre el IF-06; fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el IF-01; muy fuertemente preferido sobre el IF-08 y extremadamente preferido sobre el IF-02.
2. El indicador IF-03 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores IF-09 e IF-05; de moderadamente a fuertemente preferido sobre el IF-01; fuertemente preferido sobre el IF-06; fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el IF-02 y muy fuertemente preferido sobre el IF-08.
3. El indicador IF-09 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores IF-05 e IF-06; moderadamente a fuertemente preferido sobre el IF-01; fuertemente preferido sobre el IF-02 y muy fuertemente preferido sobre el IF-08.
4. El indicador IF-05 se considera igualmente a moderadamente preferido sobre el IF-01; moderadamente a fuertemente preferido sobre los indicadores IF-06 e IF-02 y muy fuertemente preferido sobre el IF-08.
5. El indicador IF-06 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores IF-01 e IF-08 y moderadamente preferido sobre el IF-02.
6. El indicador IF-01 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores IF-02 e IF-08.
7. El indicador IF-02 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador IF-08.
8. El indicador IF-08 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador IF-04.

3°.- Indicadores de la categoría Escalabilidad de las TIC (ES-xx)

En esta categoría se realizaron 45 intentos hasta encontrar un valor mínimo de CR = 4.91% que para conseguirlo se debe de respetar la matriz de comparación mostrada en la Tabla No. V del ANEXO G, la cual establece lo siguiente.

1. El indicador ES-03 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador ES-02; moderadamente preferido sobre el indicador ES-04 y moderadamente a fuertemente preferido sobre el indicador ES-01.
2. El indicador ES-02 es moderadamente preferido sobre los indicadores ES-01 y ES-04.
3. El indicador ES-01 es igualmente a moderadamente preferido sobre el ES-04.
4. El indicador ES-04 no tiene prioridad sobre ningún otro indicador.

4°.- Indicadores de la categoría Integración de las TIC (IT-xx)

En esta categoría se realizaron 40 intentos hasta encontrar un valor mínimo de CR = 6.24% que para conseguirlo se debe de respetar la matriz de comparación mostrada en la Tabla No. IV del ANEXO G, la cual establece lo siguiente.

1. El indicador IT-05 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador IT-03; moderadamente preferido sobre el IT-04; fuertemente preferido sobre IT-02 y extremadamente preferido sobre el IT-01.
2. El indicador IT-03 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador IT-04; moderadamente a fuertemente preferido sobre el IT-02 y fuertemente preferido sobre el IT-01.
3. El indicador IT-04 es igualmente a moderadamente preferido sobre el IT-02 y moderadamente preferido sobre el indicador IT-01.
4. El indicador IT-02 es igualmente a moderadamente preferido sobre el IT-01.
5. El indicador IT-01 no tiene injerencia sobre ningún otro indicador dentro de esta categoría.

5°.- Indicadores de la categoría Gestión de las TIC (GE-xx)

En esta categoría se realizaron 47 intentos hasta encontrar un valor mínimo de CR = 2.89% que para conseguirlo se debe de respetar la matriz de comparación

mostrada en la Tabla No. II del ANEXO G, la cual establece lo siguiente.

1. El indicador GE-04 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores GE-03 y GE-09; moderadamente preferido sobre el GE-01; fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el GE-08; muy fuertemente preferido sobre el GE-07 y muy fuertemente a extremadamente preferido sobre los indicadores GE-02 y GE-06.
2. El indicador GE-03 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador GE-01; moderadamente preferido sobre el GE-09; moderadamente a fuertemente preferido sobre el indicador GE-08; fuertemente preferido los indicadores GE-07 y GE-02 y muy fuertemente preferido sobre el GE-06.
3. El indicador GE-01 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores GE-09 y GE-08; moderadamente a fuertemente preferido sobre el GE-07 y fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el GE-02.
4. El indicador GE-09 es igualmente a moderadamente preferido sobre el GE-08; moderadamente preferido sobre el GE-07; moderadamente a fuertemente preferido sobre GE-02 y fuertemente preferido sobre el GE-06.
5. El indicador GE-08 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores GE-07 y GE-02 y moderadamente a fuertemente preferido sobre el GE-06.
6. El indicador GE-07 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador GE-02 y moderadamente preferido sobre el indicador GE-06.
7. El indicador GE-02 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador GE-06.
8. El indicador GE-06 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador GE-05.

6°.- Indicadores de la categoría Planeación Estratégica (PE-xx)

En esta categoría se realizaron 56 intentos hasta encontrar un valor mínimo de CR

= 3.94% que para conseguirlo se debe de respetar la matriz de comparación mostrada en la Tabla No. VI del ANEXO G, la cual establece lo siguiente.

1. El indicador PE-03 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-05 y PE-01; moderadamente preferido sobre los indicadores PE-11 y PE-15; moderadamente a fuertemente preferido sobre el PE-12; fuertemente preferido sobre el PE-04 y extremadamente preferido sobre el PE-06.
2. El indicador PE-05 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-11 y PE-01; moderadamente preferido sobre el indicador PE-12; moderadamente a fuertemente preferido sobre el PE-15; fuertemente a muy fuertemente preferido sobre el PE-04 y extremadamente preferido sobre el PE-06.
3. El indicador PE-11 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-01 y PE-15; moderadamente preferido sobre los indicadores PE-12 y PE-04 y fuertemente preferido sobre el indicador PE-06.
4. El indicador PE-01 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-12 y PE-06; moderadamente preferido sobre el indicador PE-04 y moderadamente a fuertemente preferido sobre el indicador PE-15.
5. El indicador PE-12 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-15 y PE-04 y moderadamente a fuertemente preferido sobre el indicador PE-06.
6. El indicador PE-15 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-04 y PE-06.
7. El indicador PE-04 es igualmente a moderadamente preferido sobre el indicador PE-06.
8. El indicador PE-06 es igualmente a moderadamente preferido sobre los indicadores PE-08, PE-09, PE-07, PE-02, PE-10, PE-13, PE-16 y PE-14, de manera indistinta con cada uno de ellos.

Es importante puntualizar que las todas priorizaciones fueron generadas por modelos de análisis de decisiones, eliminándose la subjetividad.

Se concluye que la aplicación de la priorización de las categorías, en primera instancia, y, después, la priorización de los indicadores dentro de cada categoría del modelo de KPI's, propuesto en las IES del censo, beneficiará a éstas acercándolas del 76.98% actual estimado en el capítulo IV a un 100% ideal (o muy cercano al 100%) en cuanto a la implementación, utilización, optimización y explotación de sus recursos tecnológicos orientados a la Educación Superior para de esta manera alcanzar altísimos niveles de calidad y competitividad educativa los cuales son requeridos por la sociedad de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira.

ANEXOS

Anexo A. Catálogo de indicadores del modelo por categoría

Tabla No. I. Indicadores de la Categoría de Gestión de las TIC (GE-xx).

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CÁLCULO
GE-01	Proyectos	Sistemas de seguridad, audiovisuales, informáticos, servidores, bases de datos, conexión a internet.	Porcentaje de proyectos TIC realizados	Número de proyectos TIC realizados / Número de proyectos TIC planificados
GE-02	Control	Obtención de juicios de valor sobre la efectividad en el empleo de las TIC.	Porcentaje de utilización de las TIC	Tiempo utilización de las TIC / tiempo total disponible de las TIC
GE-03	Mantenimiento	Reparación de unidades de TIC, software y aplicaciones.	Porcentaje de mantenimiento realizados a equipos TIC	Mantenimientos realizados a equipos TIC / Mantenimientos planeados a equipos TIC
GE-04	Políticas	Políticas sobre la importancia de las TIC para el futuro de la universidad.	Porcentaje de políticas TIC atendidas	Número de políticas TIC atendidas / Número de políticas TIC de la IES
GE-05	Priorización de recursos	Determinación en base a estudios el orden en la canalización de los recursos TIC a las diferentes áreas.	Porcentaje de priorización de recursos TIC	Número de dispositivos TIC adquiridos / Número de dispositivos TIC colocados en su sitio
GE-06	Mecanismos administrativos y toma de decisiones	Procesos relacionados como procesos cognitivos relacionados con la resolución de situaciones entre varias opciones.	Porcentaje de procesos TIC administrativos terminados	Número de procesos TIC administrativos terminados / Número de procesos administrativos
GE-07	Leyes y	Impuestas por el	Porcentaje de	Número de

	regulaciones	gobierno y que afectan a los presupuestos de las IES.	equipos TIC adquiridos	equipos TIC adquiridos / Número de equipos TIC presupuestados
GE-08	Gestión Institucional	Diseño de los órganos, normas y procedimientos de las unidades académicas para brindar servicios con eficiencia y eficacia conforme a las necesidades propias de la institución.	Porcentaje de Unidades Académicas en la IES con TIC	Número de Unidades Académicas con TIC / Número de Unidades Académicas de la IES
GE-09	Estructura Organizacional	Para dar continuidad al proceso de toma de decisiones.	Porcentaje de procesos de toma de decisiones TIC en la IES	Número de procesos de toma de decisiones TIC solucionadas / Número de procesos de toma de decisiones TIC de la IES

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. II. Indicadores de la Categoría de Infraestructura de las TIC (IF-xx).

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CÁLCULO
IF-01	Information System (IS)	Se caracterizan por funcionar en red y es donde la gente y/o las empresas pueden coleccionar, filtrar, procesar, crear y distribuir datos.	Porcentaje de usuarios con acceso a los IS de la IES	Número de usuarios con acceso a los IS / Número total de usuarios de la IES.
IF-02	Enterprise System (ES)	Involucran la automatización de actividades con software integrado de aplicación y que facilitan el flujo de información entre todas las funciones	Porcentaje de usuarios con acceso a los ES de la IES	Número de usuarios con acceso a los ES / Número total de usuarios de la IES.

		de negocios dentro de la organización.		
IF-03	Herramientas	Dotarse de sistemas de gestión del conocimiento más adecuados, los cuales requieren la captación del capital intelectual de la Universidad mediante procedimientos de búsqueda y recopilación de productos tecnológicamente transferibles.	Porcentaje de herramientas TIC utilizadas en la IES	Número de herramientas TIC utilizadas en la IES / Número de herramientas TIC en la IES
IF-04	Telemática	Para tener conexión bidireccional entre dos o más personas para compartir la información en todo momento.	Porcentaje de conexiones bidireccionales en funcionamiento en la IES	Número de conexiones bidireccionales en funcionamiento / Número de conexiones bidireccionales en la IES
IF-05	Telecomunicaciones	Telégrafo, teléfono, e-mail, Internet, LAN, WAN, VPN, entre otras. Involucra la comunicación a distancia en términos tecnológicos, a través de señales eléctricas u ondas electromagnéticas.	Porcentaje de sistemas de comunicación a distancia con los que cuenta la IES	Número de sistemas de comunicación a distancia en funcionamiento / Número de sistemas de comunicación de la IES
IF-06	Componentes básicos	Componentes electrónicos, circuitos integrados, displays.	Porcentaje de dispositivos hardware de la IES	Número de dispositivos hardware en funcionamiento / Número de dispositivos hardware de la IES
IF-07	Activos o	Las TIC se	Porcentaje de	Número de

	recursos estratégicos	consideran activos o recursos estratégicos de las empresas.	dispositivos TIC de la IES disponibles	dispositivos TIC en funcionamiento / Número de dispositivos TIC instalados en la IES
IF-08	Inversión (ROI)	Las TIC se consideran inversiones que se recuperan en el tiempo de las empresas.	Porcentaje de equipos TIC con ROI terminado	Número de equipos TIC con ROI terminado / Número de equipos TIC de la IES con ROI
IF-09	Número de usuarios	Las infraestructuras TIC deben de soportar un gran número de usuarios.	Porcentaje de usuarios atendidos a través de las TIC	Número de usuarios atendidos con TIC / Número de usuarios totales

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. III. Indicadores de la Categoría de Integración de las TIC (IT-xx).

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CÁLCULO
IT-01	Tecnologías digitales	Se refiere a la habilitación digital de las transacciones y procesos dentro de las empresas.	Porcentaje de transacciones TIC diarias atendidas en la IES	Número de transacciones TIC diarias en la IES / Número de transacciones diarias en la IES
IT-02	Redes de convergencia	Aspectos digitales como routers, switch.	Porcentaje de equipos funcionado en las redes de la IES	Número de equipos de red en operación / Número de equipos de red de la IES
IT-03	Servicios integrados	Se ejecutan sobre las redes de convergencia tales como VoIP, telefonía, video en demanda.	Porcentaje de servicios en las redes de convergencia disponibles en la IES	Número de servicios en las redes de convergencia en funcionamiento

				/ Número de servicios en las redes de convergencia implementados en la IES
IT-04	Acceso	(Aleksejeva, 2015) nos señala que la práctica mundial muestra que el incremento en la distribución de la Educación Superior está fuertemente relacionada con la productividad del trabajo y la competitividad en la economía en general.	Porcentaje de usuarios remotos que pueden acceder a los servicios TIC de la IES	Número de usuarios que se pueden conectar remotamente a los servicios TIC de la IES / Número de usuarios totales de la IES
IT-05	Prácticas de uso	Tienen que ver con la explotación adecuada de los recursos tecnológicos que han sido integrados a los centros educativos.	Porcentaje de prácticas en talleres y laboratorios TIC	Número de prácticas efectivas en talleres y laboratorios TIC / Número de prácticas planificadas en talleres y laboratorios TIC

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. IV. Indicadores de la Categoría de Escalabilidad de las TIC (ES-xx).

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CÁLCULO
ES-01	Mediciones	Establecer el aprovechamiento o cómo ayudan las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje. Es el proceso en el cual se asignan	Porcentaje de sesiones de clase frente a grupo con utilización de TIC	Número de sesiones frente a grupo con TIC / Número de sesiones frente a grupo

		números a los atributos de los objetos de acuerdo a una regla derivada de un modelo o teoría. (Cem, 2000).		
ES-02	Velocidad de la información	Tiene que ver con la instantaneidad de la información. Sugiere adaptaciones de tecnologías cada vez más frecuentes.	Porcentaje de tiempo de espera en recibir respuesta a la información solicitada	Velocidad en Mbps en la red de la IES al subir datos / Velocidad en Mbps en la red de la IES al bajar datos
ES-03	Innovación	Pretenden la mejora y el cambio y la superación cualitativa y cuantitativa aunque a veces esto reviste un problema asociado con el tiempo de asimilación de las mismas.	Porcentaje de adquisiciones de equipo TIC en la IES en un periodo de tiempo	Número de adquisiciones relacionadas con equipo TIC / Número de adquisiciones de la IES
ES-04	Número de usuarios	Al crecer las TIC deben de abarcar cada vez a un mayor número de usuarios.	Porcentaje de usuarios con acceso a las nuevas TIC de la IES	Número de nuevos usuarios que usan las TIC / Número de usuarios totales de la IES

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. V. Indicadores de la Categoría de Calidad en las TIC (CA-xx).

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CÁLCULO
CA-01	Impacto	Efectos o procesos sociales que provoquen profundos cambios y transformaciones de naturaleza social y cultural, además de la económica. Puede ser	Porcentaje de cambios organizacionales derivados del uso de las TIC en la IES	Número de cambios organizacionales provocados por las TIC / Número de cambios

		Sociedad de la información y el conocimiento.		organizacional es en la IES
CA-02	Servicios	Los servicios TIC son evaluados continuamente por los usuarios en términos de mejoras en la calidad.	Porcentaje de servicios TIC eficientes con los que cuenta la IES	Número de servicios TIC eficientes / Número de servicios TIC de la IES
CA-03	Productos	Los productos TIC son evaluados continuamente por los usuarios en términos de mejoras en la calidad.	Porcentaje de productos TIC eficientes con los que cuenta la IES	Número de productos TIC eficientes / Número de productos TIC de la IES
CA-04	Competitividad	Las variables a medir en este punto son la misión institucional, recursos y capacidades, diseño e implementación de la estrategia, análisis del entorno externo y análisis del sector competitivo. (Velázquez, Cruz, & López de Cosío, 2015).	Porcentaje de compromisos TIC cumplidos en la IES	Número de compromisos TIC cumplidos / Número de compromisos TIC de la misión de la IES
CA-05	Perspectivas y actitudes	Miden el grado de aceptación y qué posibilidades reales existen sobre seguir en la tendencia de la utilización de las TIC.	Porcentaje de usuarios comprometidos con el uso de las TIC en la IES	Número de usuarios comprometidos en el uso de las TIC / Número de usuarios de la IES
CA-06	Estudio tecnológico, político y socioeconómico	Análisis situacional sobre los entornos políticos y socioeconómicos que puedan influir en la utilización de las TIC.	Poder de compras TIC de la IES	Presupuesto de la IES para las TIC / Presupuesto total de la IES
CA-07	Indicadores cuantitativos	Miden la penetración y uso de ordenadores en los centros escolares; los estudios sobre los efectos de los ordenadores en el	Porcentaje de equipos TIC destinados para la educación de la IES	Número de equipos TIC destinados a la educación / Número total de

		rendimiento y aprendizaje del alumnado; estudios sobre las perspectivas y actitudes de los agentes externos (administradores y supervisores) y estudios sobre las prácticas de uso de los computadores		ordenadores de la IES
CA-08	e-Learning	Se basa en la virtualidad y utilizan instrumentos y procesos para transmitir, producir, intercambiar información y conocimiento por medios electrónicos concentrados en los procesos de enseñanza-aprendizaje y que se encuentran apoyados por las TIC.	Porcentaje de cursos impartidos en formato electrónico en la IES	Número de cursos impartidos en la IES en formato electrónico / Número de cursos impartidos en la IES
CA-09	b-Learning	Se combinan o mezclan metodologías o formatos para lograr mejores resultados de aprendizaje y que de acuerdo a (Gámiz, 2014), se puede definir como la integración de elementos comunes a la enseñanza presencial con elementos de la educación a distancia por Internet.	Porcentaje de cursos impartidos en plataforma educativa a distancia en la IES	Número de cursos impartidos en la IES en plataforma educativa a distancia / Número de cursos impartidos en la IES
CA-10	PLE	Los estudiantes aprenden de manera informal y personal y a su propio ritmo.	Porcentaje de alumnos que aprenden a través de redes de conocimiento en la IES	Número de alumnos con acceso a redes de conocimiento en la IES / Número total de alumnos de la IES

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VI. Indicadores de la Categoría de Planeación Estratégica (PE-xx).

ID	INDICADOR	DESCRIPCIÓN	DEFINICIÓN	CÁLCULO
PE-01	Innovación docente	Docentes orientados a mejorar sus funciones con eficiencia y calidad. Incluye capacitación e incentivos.	Porcentaje de docentes con actualización o certificación	Número de docentes con actualización o certificación / Número total de docentes de la IES
PE-02	Cambios organizativos	Las empresas se reorganizan para cumplir con ciertas planeaciones o para enfrentar ciertas crisis o cambios como de un ciclo emprendedor a uno de planeación.	Porcentaje de rotación de personal TIC al año	Número de cambios de personal TIC / Número de cambios de personal en la IES en un año
PE-03	Amenaza de competidores	Capacidad y un deseo de ganar un mercado común que coloca presión en los precios, costos y el porcentaje de inversión necesario para competir. Amenazar con ampliar la capacidad para intimidar al competidor.	Porcentaje de personal y/o proyectos de publicidad focalizado a la publicidad de la IES	Número de personal y/o proyectos de publicidad / Número total de empleados de la IES
PE-04	Proveedores	Captan más valor para ellos mismos cargando precios altos, limitando la calidad de los servicios o cambiando los costos de la industria.	Porcentaje de proveedores TIC que surten servicios/productos TIC a la IES	Número de proveedores TIC / Número total de proveedores de la IES
PE-05	Clientes	Pueden tener más valor bajando los precios, exigiendo una mayor calidad o más servicios (con el encarecimiento de los costos).	Porcentaje de alumnos satisfechos con los servicios TIC ofertados por la IES	Número de alumnos satisfechos con los servicios TIC / Número total de alumnos de la IES
PE-06	Productos sustitutos	Funciones similares a los productos de la industria, pero con diferentes sentidos.	Porcentaje de servicios/productos TIC emergentes de la IES	Número de servicios/productos TIC emergentes / Número total de servicios/productos

				os TIC de la IES
PE-07	Gobierno	Los gobiernos pueden influir en los cinco factores del modelo de Porter.	Porcentaje del presupuesto anual otorgado por el gobierno a la IES destinado a su operatividad	Presupuesto gubernamental destinado a la operatividad de la IES / Presupuesto total gubernamental de la IES en un año
PE-08	Plan	Especie de curso de acción conscientemente determinada, una guía (o varias) para abordar una situación específica. Mintzberg.	Porcentaje de tareas/planes anuales cumplidas de la IES	Número de tareas/planes cumplidas de la IES / Número total de tareas/planes de la IES en un año
PE-09	Patrón	Se debe definir el comportamiento que deseamos para la organización, o sea, un patrón o un flujo de acciones.	Porcentaje de cumplimiento anual de las normas de la IES	Número de normas cumplidas en la IES / Número total de normas planificadas al año en la IES
PE-10	Posición	Es localizar el medio ambiente de la organización, es su nicho económico o dominio del producto del mercado. Es una mirada hacia el exterior de la organización.	Porcentaje de profesores con doctorado de la IES	Número de profesores con doctorado / Número total de profesores de la IES
PE-11	Perspectiva	Mirada hacia el interior de la organización con una visión más amplia. Es crear una ideología alrededor de la empresa.	Porcentaje de profesores con dominio del idioma inglés de la IES	Número de profesores con dominio del idioma inglés / Número total de profesores de la IES
PE-12	Financieras	En donde se contemplan los indicadores financieros como objetivo final; estos indicadores	Porcentaje de presupuesto anual de la IES destinado a la	Presupuesto destinado a la nómina / Presupuesto

		no deben de ser sustituidos sino complementados con otros para tener una visión general de la empresa. Kaplan y Norton.	nómina de los empleados	total de la IES en un año
PE-13	Procesos internos del negocio	Procesos internos de la empresa para la satisfacción de cliente. Monitorear y controlar las operaciones de la organización.	Porcentaje anual de actividades relacionadas a la docencia de la IES	Número de actividades enfocadas a la docencia / Número total de actividades de la IES al año
PE-14	Creación de mercados	Detección de áreas que no están explotadas en la actualidad, y que generan oportunidades de crecimiento rentable y sostenido a largo plazo.	Porcentaje del presupuesto anual otorgado por el gobierno a la IES destinado a la investigación	Presupuesto gubernamental destinado a la investigación de la IES / Presupuesto total gubernamental de la IES en un año
PE-15	Pieza clave de la organización	De la cual depende el éxito o el fracaso de la misma.	Porcentaje anual de incremento en la matrícula escolar	Número de alumnos de nuevo ingreso / Número de alumnos de nuevo ingreso del año anterior
PE-16	Tipo de descentralización	En qué medida la empresa involucra a sus subordinados en el proceso de toma de decisiones. Compromisos de desempeño institucional, resultados de gestión.	Porcentaje de empleados focalizados a la toma de decisiones	Número de empleados focalizados a la toma de decisiones / Número total de empleados de la IES

Fuente: Elaboración propia.

Anexo B. Instrumento de medición

Tabla No. I. Encuesta aplicada a las cinco IES del censo.

	5	4	3	2	1
GESTIÓN DE LAS TIC					
1.- ¿Fueron implementadas las políticas para el préstamo y uso de sus recursos TIC a terceros (alumnos, empresas, IES)?					
2.- ¿Existen mejoras tangibles en la Gestión de los proyectos TIC en la IES?					
3.- ¿El plan de mantenimiento de las TIC de la IES después de la implementación del modelo de KPI's ha sido el adecuado?					
4.- ¿Está de acuerdo con los mecanismos de control llevados a cabo en cuanto a la Gestión de las TIC en la IES?					
5.- ¿Los mecanismos matemáticos, algoritmos o diagramas de flujo priorizan correctamente la distribución de los recursos TIC en la IES?					
INFRAESTRUCTURA DE LAS TIC					
6.- ¿Contrasta el modelo la suficiencia y la pertinencia de los recursos TIC de la IES para proporcionar educación de calidad?					
7.- ¿Las herramientas tecnológicas de la IES van de acuerdo a los contenidos temáticos de las asignaturas impartidas?					
8.- ¿Miden los índices TIC del modelo la cobertura del espacio físico de la IES por los sistemas de red, servicios tecnológicos y de telecomunicaciones?					
9.- ¿Fue adecuado el número de usuarios beneficiados por los servicios proporcionados por la infraestructura TIC de la IES?					
10.- ¿Proporcionan los sistemas de información los datos requeridos en tiempo y forma una vez implementado el modelo?					
INTEGRACIÓN DE LAS TIC					
11.- ¿Los servicios integrados que se encuentran en la IES cubrieron el espectro de necesidades de la misma de acuerdo a los índices TIC del modelo?					
12.- ¿Se mejoró el acceso a las tecnologías dentro y fuera de la Institución con el modelo propuesto?					

13.- ¿Las redes de convergencia que tiene la IES dieron soporte a toda la Institución para cubrir sus necesidades tecnológicas?					
14.- ¿Se implementaron manuales de prácticas de uso de las TIC dentro de la Institución?					
15.- ¿Considera que la implementación del modelo en la IES ayudó a posicionarla a la vanguardia en cuanto a las tecnologías digitales que se encuentran en el mercado?					
ESCALABILIDAD DE LAS TIC					
16.- ¿Ayudó el modelo al proceso de innovación de las tecnologías implementado en la Institución?					
17.- ¿Propició el modelo las bases para la construcción de un sistema particular de medición de los índices TIC en la IES para medir el nivel de desempeño de los mismos?					
18.- ¿Al innovar las TIC se ha constatado que las nuevas tecnologías absorben a la cantidad adecuada de usuarios cada vez que se implementa un cambio o sustitución de tecnología?					
19.- ¿Aumentó la velocidad del flujo de la información dentro de la institución con el modelo propuesto?					
CALIDAD EN LAS TIC					
20.- ¿La calidad en los servicios tecnológicos ofertados por la IES es correctamente monitoreada por el modelo propuesto de indicadores?					
21.- ¿La calidad en los productos TIC (propios o rentados) implementados en la IES va de acuerdo a las necesidades del plantel y al modelo propuesto?					
22.- ¿Considera que las TIC instaladas en la IES y supervisadas por el modelo de indicadores en la institución generan una ventaja competitiva contra otras IES de la zona?					
23.- ¿La percepción de la sociedad (impacto) en el entorno geográfico de la IES es positiva en cuanto a la calidad educativa basada en los índices TIC propuestos por el modelo?					
24.- ¿El manejo de los KPI's de las TIC de la IES influyó en la calidad educativa?					
PLANEACIÓN ESTRATÉGICA					
25.- ¿El modelo propuesto de KPI's de las TIC considera adecuadamente la innovación docente en la IES en su categoría de Planeación Estratégica?					

26.- ¿Se consideró en el modelo de KPI's de las TIC la influencia de las redes sociales en la calidad educativa ofertada por la IES?					
27.- ¿Los cambios organizativos en la IES generaron un impulso tecnológico adecuado para incrementar la calidad educativa?					
28.- ¿La creación de nuevas carreras o las que ya están establecidas fueron planeadas en base a la rapidez de los cambios tecnológicos?					
29.- ¿Considera que fueron incluidas adecuadamente las tecnologías emergentes de la IES dentro del modelo de indicadores propuesto?					
30.- ¿Los mecanismos de control y evaluación de las TIC dentro del modelo aseguraron el correcto funcionamiento de las mismas?					

Fuente: Elaboración propia.

Anexo C. Análisis de los indicadores de las categorías

Tabla No. I. Priorización de los indicadores de la categoría de Gestión de las TIC de acuerdo a la visión de las IES.

ID	ELEMENTOS	Σ	#	MEDIA
GE-03	h-m	100+80=180	2	90.00%
GE-04	d-e-h-j-k-m-n	60+100+100+80+80+80+80=580	7	82.85%
GE-01	a-d-g	80+60+100=240	3	80.00%
GE-09	a-d-e-g-l-o	80+60+100+100+40+60=440	6	73.33%
GE-08	d-g-k-l-o	60+100+80+40+60=340	5	68.00%
GE-07	a-d-o	80+60+60=200	3	66.66%
GE-02	c-d-k-l-o	80+60+80+40+60=320	5	64.00%
GE-06	d-l-o	60+40+60=160	3	53.33%
GE-05	l	40	1	40.00%
TOTAL				<u>68.68%</u>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. II. Priorización de los indicadores de la categoría de Infraestructura de las TIC de acuerdo a la visión de las IES.

ID	ELEMENTOS	Σ	#	MEDIA
IF-03	h	100	1	100.00%
IF-09	e-g-k	100+100+80=280	3	93.33%
IF-01	b-c-e-k-m-n	100+80+100+80+80+80=520	6	86.66%
IF-06	h-j-n	100+80+80=260	3	86.66%
IF-02	b-c-d-e-f-g-m-n	100+80+60+100+80+100+80+80=680	8	85.00%
IF-08	d-e-g-j-k-n	60+100+100+80+80+80=500	6	83.33%
IF-07	b-e-f-h-i-j-k-n	100+100+80+100+40+80+80+80=660	8	82.50%
IF-04	a-e-f-i-k-m-n	80+100+80+40+80+80+80=540	7	77.14%
IF-05	a-f-i-k-m-n	80+80+40+80+80+80=440	6	73.33%
TOTAL				<u>85.32%</u>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. III. Priorización de los indicadores de la categoría de Integración de las TIC de acuerdo a la visión de las IES.

ID	ELEMENTOS	Σ	#	MEDIA
IT-05	a-e-f-j	80+100+80+80=340	4	85.00%
IT-03	f	80	1	80.00%
IT-01	a-b-c-f-i-j-k-m-n	80+100+80+80+40+80+80+80+80=700	9	77.77%
IT-04	a-e-f-i-k-m	80+100+80+40+80+80=460	6	76.66%
IT-02	a-e-f-i-m	80+100+80+40+80=380	5	76.00%
TOTAL				<u>79.08%</u>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. IV. Priorización de los indicadores de la categoría de Escalabilidad de las TIC de acuerdo a la visión de las IES.

ID	ELEMENTOS	Σ	#	MEDIA
ES-02	b-e-n	100+100+80=280	3	93.33%
ES-01	e-o	100+60=160	2	80.00%
ES-04	e-f-i-j-k-m-o	100+80+40+80+80+80+60=520	7	74.28%
ES-03	d-g-i-m-n	60+100+40+80+80=360	5	72.00%
TOTAL				<u>79.90%</u>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. V. Priorización de los indicadores de la categoría de Calidad en las TIC de acuerdo a la visión de las IES.

ID	ELEMENTOS	Σ	#	MEDIA
CA-02	a-f-h-k-m-n	80+80+100+80+80+80=500	6	83.33%
CA-01	a-b-c-e-f-i-j-k-m-n	80+100+80+100+80+40++80+80+80+80=800	10	80.00%
CA-10	a-b-c-e-f-i-j-k-m-n	80+100+80+100+80+40+80+80+80+80=800	10	80.00%
CA-09	a-b-c-e-f-i-j-k-m	80+100+80+100+80+40++80+80+80=720	9	80.00%
CA-08	a-b-c-e-f-i-k-m	80+100+80+100+80+40+80+80=640	8	80.00%
CA-04	a-e-g-i-j-k-n	80+100+100+40+80+80+80=560	7	80.00%
CA-03	a-j-k-n	80+80+80+80=320	4	80.00%
CA-06	d-e-g-l-n-o	60+100+100+40+80+60=440	6	73.33%
CA-05	d-g-l	60+100+40=200	3	66.66%
CA-07	o	60	1	60.00%
TOTAL				<u>76.53%</u>

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VI. Priorización de los indicadores de la categoría Planeación Estratégica de acuerdo a la visión de las IES.

ID	ELEMENTOS	Σ	#	MEDIA
PE-12	e-g-j-k-n	100+100+80+80+80=440	5	88.00%
PE-15	e-g-j-k-n	100+100+80+80+80=440	5	88.00%
PE-04	b-c-f-h-i-k-n	100+80+80+100+40+80+80=560	7	80.00%
PE-03	e-g-i-j-k-n	100+100+40+80+80+80=480	6	80.00%
PE-06	a-j-k-n	80+80+80+80=320	4	80.00%
PE-05	d-e-g-i-m-n	60+100+100+40+80+80=460	6	76.66%
PE-11	d-e-g-k-l-m-n-o	60+100+100+80+40+80+80+60=600	8	75.00%
PE-08	d-e-g-k-l-o	60+100+100+80+40+60=440	6	73.33%
PE-09	d-g-j-k-l	60+100+80+80+40=360	5	72.00%
PE-07	a-d	80+60=140	2	70.00%
PE-02	d-g-l-o	60+100+40+60=260	4	65.00%
PE-10	a-i	80+40=120	2	60.00%
PE-13	d-l-o	60+40+60=160	3	53.33%
PE-16	d-l-o	60+40+60=160	3	53.33%
PE-01	d-i	60+40=100	2	50.00%
PE-14	l-o	40+60=100	2	50.00%
TOTAL				<u>69.66%</u>

Fuente: Elaboración propia.

Anexo D. Priorización de las categorías del modelo

Tabla No. I. Estandarización de las categorías según los autores.

#	Categoría	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i
1	Calidad en las TIC	26.90	10.24	104.85	1.70
2	Infraestructura de las TIC	21.31	4.65	21.62	0.77
3	Gestión de las TIC	17.25	0.59	0.3481	0.098
4	Integración de las TIC	14.21	-2.45	6.00	-0.406
5	Planeación Estratégica	10.15	-6.51	42.38	-1.08
6	Escalabilidad de las TIC	10.15	-6.51	42.38	-1.08
	Promedio (μ)	16.66		217.57	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. II. Estandarización de categorías (instrumento de medición).

#	Categoría	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i
1	Infraestructura de las TIC	82.66	5.55	30.80	1.08
2	Escalabilidad de las TIC	82.00	4.89	23.91	0.95
3	Integración de las TIC	80.33	3.22	10.36	0.62
4	Gestión de las TIC	76.00	-1.11	1.23	-0.21
5	Calidad en las TIC	73.45	-3.66	13.39	-0.71
6	Planeación Estratégica	68.24	-8.87	78.67	-1.72
	Promedio (μ)	77.11		158.36	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. III. Estandarización de categorías según los indicadores.

#	Categoría	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i
1	Infraestructura de las TIC	85.32	8.8	77.44	1.51
2	Escalabilidad de las TIC	79.90	3.38	11.42	0.58
3	Integración de las TIC	79.08	2.56	6.55	0.43
4	Calidad en las TIC	76.53	0.01	0.0001	0.0017
5	Planeación Estratégica	69.66	-6.86	47.05	-1.17
6	Gestión de las TIC	68.68	-7.84	61.46	-1.34
	Promedio (μ)	76.52		203.92	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. IV. Priorización final de categorías con valores estandarizados.

Categoría	1er. Zi	2do. Zi	3er. Zi	Posición
Calidad en las TIC	1.70	0.002	-0.71	1
Infraestructura de las TIC	1.51	1.08	0.77	2
Escalabilidad de las TIC	0.95	0.58	-1.08	3
Integración de las TIC	0.62	0.43	-0.41	4
Gestión de las TIC	0.098	-0.21	-1.34	5
Planeación Estratégica	-1.08	-1.17	-1.72	6

Fuente: Elaboración propia.

Anexo E. Priorización de los indicadores por categoría

Tabla No. I. Estandarización de indicadores de Gestión de las TIC.

ID	AUTORES (Tabla No. 3.9)				CENSO (Tabla No. I, ANEXO C)			
	Xi	Xi - μ	(Xi - μ) ²	Zi	Xi	Xi - μ	(Xi - μ) ²	Zi
GE-04	5.07	3.15	9.96	2.55	82.85	14.16	200.63	0.97
GE-01	2.53	0.61	0.38	0.49	80.00	11.31	128.01	0.78
GE-03	2.03	0.11	0.013	0.09	90.00	21.31	454.30	1.47
GE-02	1.52	-0.39	0.15	-0.31	64.00	-4.68	21.95	-0.32
GE-05	1.52	-0.39	0.15	-0.31	40.00	-28.68	822.86	-1.97
GE-06	1.52	-0.39	0.15	-0.31	53.33	-15.35	235.79	-1.05
GE-08	1.52	-0.39	0.15	-0.31	68.00	-0.68	0.4699	-0.04
GE-09	1.01	-0.9	0.81	-0.72	73.33	4.64	21.57	0.32
GE-07	0.50	-1.41	1.99	-1.41	66.66	-2.02	4.10	-0.13
Prom (μ)	1.91		13.75		68.68		1,889.67	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. II. Priorización final de los indicadores de Gestión de las TIC.

ID	1er. Zi	2do. Zi	Posición
GE-04	2.55	0.977	1
GE-03	1.47	0.094	2
GE-01	0.7808	0.498	3
GE-09	0.3205	-0.729	4
GE-08	-0.04	-0.3177	5
GE-07	-0.139	-1.141	6
GE-02	-0.3177	-0.32	7
GE-06	-0.3177	-1.059	8
GE-05	-0.3177	-1.97	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. III. Estandarización de indicadores de Infraestructura de las TIC.

ID	AUTORES (Tabla No. 3.10)				CENSO (Tabla No. II, ANEXO C)			
	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i
IF-07	7.10	4.73	22.42	2.57	82.50	-2.82	7.99	-0.37
IF-03	3.04	0.67	0.45	0.36	100.00	14.67	215.27	1.95
IF-05	3.04	0.67	0.45	0.36	73.33	-11.99	143.94	-1.60
IF-09	2.03	-0.33	0.11	-0.18	93.33	8.00	64.03	1.06
IF-06	1.52	-0.84	0.71	-0.45	86.66	1.33	1.77	0.177
IF-01	1.52	-0.84	0.71	-0.45	86.66	1.33	1.77	0.177
IF-02	1.01	-1.35	1.83	-0.73	85.00	-0.32	0.107	-0.43
IF-04	1.01	-1.35	1.83	-0.73	77.14	-8.18	67.03	-1.09
IF-08	1.01	-1.35	1.83	-0.73	83.33	-1.99	3.99	-0.26
Prom (μ)	2.36		30.37		85.32		505.94	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. IV. Priorización final de indicadores de Infraestructura de las TIC.

ID	1er. Z_i	2do. Z_i	Posición
IF-07	2.577	-0.377	1
IF-03	1.95	0.3676	2
IF-09	1.06	-0.182	3
IF-05	0.3676	-1.6	4
IF-06	0.177	-0.45	5
IF-01	0.177	-0.45	6
IF-02	-0.043	-0.737	7
IF-08	-0.266	-0.737	8
IF-04	-0.737	-1.09	9

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. V. Estandarización de indicadores de Integración de las TIC.

ID	AUTORES (Tabla No. 3.11)				CENSO (Tabla No. III, ANEXO C)			
	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i
IT-03	5.07	2.23	4.98	1.68	80.00	0.914	0.835	0.376
IT-04	4.06	1.22	1.49V	0.92	76.66	-2.42	5.885	-1.00
IT-02	3.55	0.71	0.50	0.53	76.00	-3.08	9.523	-1.27
IT-05	1.01	-1.82	3.34	-1.38	85.00	5.91	34.97	2.43
IT-01	0.50	-2.33	5.46	-1.76	77.77	-1.31	1.731	-0.54
Prom (μ)	2.83		15.78		79.08		52.95	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VI. Priorización final de indicadores de Integración de las TIC.

ID	1er. Zi	2do. Zi	Posición
IT-05	1.817	-1.028	1
IT-03	1.256	0.2808	2
IT-04	0.6876	-0.745	3
IT-02	0.40065	-0.948	4
IT-01	-0.404	-1.3156	5

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VII. Estandarización de indicadores de Escalabilidad de las TIC.

ID	AUTORES (Tabla No. 3.12)				CENSO (Tabla No. IV, ANEXO C)			
	Xi	Xi - μ	(Xi - μ) ²	Zi	Xi	Xi - μ	(Xi - μ) ²	Zi
ES-03	4.56	2.02	4.10	2.55	72.00	-7.90	62.44	-1.43
ES-01	2.03	-0.50	0.255	-0.63	80.00	0.09	0.009	0.017
ES-04	2.03	-0.50	0.255	-0.63	74.28	-5.62	31.61	-1.01
ES-02	1.52	-1.01	1.030	-1.28	93.33	13.42	180.29	2.431
Prom (μ)	2.53				79.902		274.36	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VIII. Priorización final de indicadores de Escalabilidad de las TIC.

ID	1er. Zi	2do. Zi	Posición
ES-03	1.7052	-0.954	1
ES-02	1.62	-.854	2
ES-01	0.011	-0.425	3
ES-04	-0.425	-0.6788	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. IX. Estandarización de indicadores de Calidad en las TIC.

ID	AUTORES (Tabla No. 3.13)				CENSO (Tabla No. V, ANEXO C)			
	Xi	Xi - μ	(Xi - μ) ²	Zi	Xi	Xi - μ	(Xi - μ) ²	Zi
CA-02	7.10	4.416	19.50	2.135	83.33	6.99	48.972	0.99
CA-03	4.56	1.876	3.519	0.907	80.00	3.66	13.454	0.519
CA-04	4.56	1.876	3.519	0.907	80.00	3.66	13.454	0.519
CA-01	3.04	0.356	0.126	0.172	80.00	3.66	13.454	0.519
CA-07	3.04	0.356	0.126	0.172	60.00	-16.33	266.73	-2.31
CA-05	1.01	-1.67	2.802	-0.80	66.66	-9.67	93.547	-1.36
CA-06	1.01	-1.67	2.802	-0.80	73.33	-3.002	9.012	-0.42
CA-08	1.01	-1.67	2.802	-0.80	80.00	3.668	13.454	0.519
CA-09	1.01	-1.67	2.802	-0.80	80.00	3.668	13.454	0.519
CA-10	0.50	-2.18	4.769	-1.05	80.00	3.668	13.454	0.519
Prom (μ)	2.68		42.77		76.33		498.99	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. X. Priorización final de indicadores de Calidad en las TIC.

ID	1er. Zi	2do. Zi	Posición
CA-02	2.135	0.99	1
CA-03	0.907	0.519	2
CA-04	0.907	0.519	3
CA-01	0.519	0.1721	4
CA-08	0.519	-0.809	5
CA-09	0.519	-0.809	6
CA-10	0.519	-1.056	7
CA-07	0.1721	-2.31	8
CA-06	-0.424	-0.809	9
CA-05	-0.809	-1.369	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. XI. Estandarización de indicadores de Planeación Estratégica.

ID	AUTORES (Tabla No. 3.14)				CENSO (Tabla No. VI, ANEXO C)			
	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i	X_i	$X_i - \mu$	$(X_i - \mu)^2$	Z_i
PE-01	1.01	0.382	0.146	1.732	50.00	-19.66	386.73	-1.56
PE-03	1.01	0.382	0.146	1.732	80.00	10.334	106.79	0.824
PE-05	1.01	0.382	0.146	1.732	76.66	6.9943	48.921	0.558
PE-11	1.01	0.382	0.146	1.732	75.00	5.3343	28.455	0.425
PE-02	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	65.00	-4.665	21.768	-0.37
PE-04	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	80.00	10.334	106.79	0.824
PE-06	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	80.00	10.334	106.79	0.824
PE-07	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	70.00	0.3343	0.1118	0.026
PE-08	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	73.33	3.6643	13.427	0.292
PE-09	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	72.00	2.3343	5.4493	0.186
PE-10	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	60.00	-9.665	93.424	-0.77
PE-12	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	88.00	18.334	336.149	1.463
PE-13	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	53.33	-16.33	266.852	-1.30
PE-14	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	50.00	-19.66	386.736	-1.56
PE-15	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	88.00	18.334	336.149	1.463
PE-16	0.50	-0.12	0.0162	-0.57	53.33	-16.33	266.852	-1.30
Prom (μ)	0.62		0.7803		69.66		2511.43	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. XII. Priorización final de indicadores de Planeación Estratégica.

ID	1er. Z_i	2do. Z_i	Posición
PE-03	1.732	0.8242	1
PE-05	1.732	0.558	2
PE-11	1.732	0.425	3
PE-01	1.732	-1.569	4
PE-12	1.463	-0.577	5
PE-15	1.463	-0.577	6
PE-04	0.824	-0.577	7
PE-06	0.824	-0.577	8
PE-08	0.292	-0.577	9
PE-09	0.186	-0.577	10
PE-07	0.0266	-0.577	11
PE-02	-0.372	-0.577	12
PE-10	-0.577	-0.771	13
PE-13	-0.577	-1.303	14
PE-16	-0.577	-1.303	15
PE-14	-0.577	-1.569	16

Fuente: Elaboración propia.

Anexo F. Aplicación del modelo AHP

	CATEGORÍAS DEL MODELO						6
CATEGORÍA	Calidad	Infraestructura	Escalabilidad	Integración	Gestión de TIC	Planeación	1,24
Calidad	1	0,333333	0,166666667	0,111111	0,125	0,111111	
Infraestructura	3	1	0,5	0,5	0,333333	0,25	
Escalabilidad	6	2	1	0,5	0,333333	0,5	
Integración	9	2	2	1	0,333333	0,5	
Gestión de TIC	8	3	3	3	1	0,5	
Planeación	9	4	2	2	2	1	
Totales	36	12,33333	8,666666667	7,111111	4,125	2,861111	

							Promedio
Normalizada	0,027778	0,027027	0,019230769	0,015625	0,030303	0,038835	0,0265
	0,083333	0,081081	0,057692308	0,070313	0,080808	0,087379	0,0768
	0,166667	0,162162	0,115384615	0,070313	0,080808	0,174757	0,1283
	0,25	0,162162	0,230769231	0,140625	0,080808	0,174757	0,1732
	0,222222	0,243243	0,346153846	0,421875	0,242424	0,174757	0,2751
	0,25	0,324324	0,230769231	0,28125	0,484848	0,349515	0,3201
Suma	0,162648					Vector	6,1454
vectorial	0,478668					consistencia	6,2353
	0,779039						6,0697
	1,07338						6,1978
	1,781812						6,4767
	2,018683						6,3061
$\lambda =$	6,238496		CI =	0,047699		CR =	0,0385
							ok

Figura No. I. Modelo AHP para las categorías del modelo propuesto.
Fuente: Elaboración propia.

	GESTIÓN DE LAS TIC								8
ID	GE-04	GE-03	GE-01	GE-09	GE-08	GE-07	GE-02	GE-06	1,41
GE-04	1	0,5	0,3333333	0,5	0,16667	0,142857	0,125	0,125	
GE-03	2	1	0,5	0,3333	0,25	0,2	0,2	0,142857	
GE-01	3	2	1	0,5	0,5	0,25	0,1666667	0,166667	
GE-09	2	3	2	1	0,5	0,333333	0,25	0,2	
GE-08	6	4	2	2	1	0,5	0,5	0,25	
GE-07	7	5	4	3	2	1	0,5	0,333333	
GE-02	8	5	6	4	2	2	1	0,5	
GE-06	8	7	6	5	4	3	2	1	
Totales	37	27,5	21,833333	16,333	10,4167	7,42619	4,7416667	2,717857	

									Promedio
Normalizada	0,02703	0,018182	0,0152672	0,0306	0,016	0,019237	0,026362	0,045992	0,0248349
	0,05405	0,036364	0,0229008	0,0204	0,024	0,026932	0,0421793	0,052562	0,034925
	0,08108	0,072727	0,0458015	0,0306	0,048	0,033665	0,0351494	0,061323	0,0510449
	0,05405	0,109091	0,0916031	0,0612	0,048	0,044886	0,0527241	0,073587	0,0668963
	0,16216	0,145455	0,0916031	0,1224	0,096	0,067329	0,1054482	0,091984	0,1103038
	0,18919	0,181818	0,1832061	0,1837	0,192	0,134659	0,1054482	0,122646	0,1615799
	0,21622	0,181818	0,2748092	0,2449	0,192	0,269317	0,2108963	0,183968	0,2217404
	0,21622	0,254545	0,2748092	0,3061	0,384	0,403976	0,4217926	0,367937	0,3286748
Suma	0,20303		Vector	8,1752		$\lambda =$	8,2853823		
vectorial	0,28361		consistencia	8,1205					
	0,41613			8,1522		CI =	0,0407689		
	0,55361			8,2757					
	0,90872			8,2384		CR =	0,0289141	< 0,1 OK	
	1,35595			8,3918					
	1,877			8,4649					
	2,78202			8,4643					

Figura No. II. Modelo AHP para los indicadores de Gestión de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

	INFRAESTRUCTURA DE LAS TIC								8
ID	IF-07	IF-03	IF-09	IF-05	IF-06	IF-01	IF-02	IF-08	1,41
IF-07	1	0,5	0,5	0,5	0,333333333	0,1667	0,1111	0,14286	
IF-03	2	1	0,5	0,5	0,2	0,25	0,1667	0,14286	
IF-09	2	2	1	0,5	0,5	0,25	0,2	0,16667	
IF-05	2	2	2	1	0,25	0,5	0,25	0,14286	
IF-06	3	5	2	4	1	0,5	0,3333	0,5	
IF-01	6	4	4	2	2	1	0,5	0,5	
IF-02	9	6	5	4	3	2	1	0,5	
IF-08	7	7	6	7	2	2	2	1	
Totales	32	27,5	21	19,5	9,283333333	6,6667	4,5611	3,09524	

									Promedio
Normalizada	0,03125	0,018181818	0,02380952	0,025641026	0,035906643	0,025	0,0244	0,04615	0,028788
	0,0625	0,036363636	0,02380952	0,025641026	0,021543986	0,0375	0,0365	0,04615	0,036257
	0,0625	0,072727273	0,04761905	0,025641026	0,053859964	0,0375	0,0438	0,05385	0,049693
	0,0625	0,072727273	0,0952381	0,051282051	0,026929982	0,075	0,0548	0,04615	0,06058
	0,09375	0,181818182	0,0952381	0,205128205	0,107719928	0,075	0,0731	0,16154	0,124159
	0,1875	0,145454545	0,19047619	0,102564103	0,215439856	0,15	0,1096	0,16154	0,157824
	0,28125	0,218181818	0,23809524	0,205128205	0,323159785	0,3	0,2192	0,16154	0,243325
	0,21875	0,254545455	0,28571429	0,358974359	0,215439856	0,3	0,4385	0,32308	0,299374
Suma	0,239547067		Vector	8,321095572		$\lambda =$	8,3332		
vectorial	0,296578799		consistencia	8,179994188					
	0,410168371			8,254079899		CI =	0,0476		
	0,503605904			8,313029949					
	1,043220324			8,402272245		CR =	0,0338	< 0,1 OK	
	1,315178152			8,333171352					
	2,048554698			8,419013479					
	2,527521566			8,442694161					

Figura No. III. Modelo AHP para los indicadores de Infraestructura de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

	INTEGRACIÓN DE LAS TIC					5
ID	IT-05	IT-03	IT-04	IT-02	IT-01	1,12
IT-05	1	0,5	0,33333	0,2	0,111111	
IT-03	2	1	0,5	0,25	0,2	
IT-04	3	2	1	0,5	0,333333	
IT-02	5	4	2	1	0,5	
IT-01	9	5	3	2	1	
Totales	20	12,5	6,83333	3,95	2,144444	

						Promedio
Normalizada	0,05	0,04	0,04878	0,0506329	0,051813	0,0482
	0,1	0,08	0,07317	0,0632911	0,093264	0,0819
	0,15	0,16	0,14634	0,1265823	0,15544	0,1477
	0,25	0,32	0,29268	0,2531646	0,233161	0,2698
	0,45	0,4	0,43902	0,5063291	0,466321	0,4523
Suma	0,24266203		Vector	5,029747		$\lambda = 5,02798$
vectorial	0,41018978		consistencia	5,0056582		
	0,74197853			5,0244755		CI = 0,00699
	1,36032252			5,0419361		
	2,27889117			5,0380612		CR = 0,00624 < 0,1 OK

Figura No. IV. Modelo AHP para los indicadores de Integración de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

	ESCALABILIDAD DE LAS TIC				
ID	ES-03	ES-02	ES-01	ES-04	4
ES-03	1	0,5	0,25	0,333333333	0,9
ES-02	2	1	0,333333333	0,333333333	
ES-01	4	3	1	0,5	
ES-04	3	3	2	1	
Totales	10	7,5	3,583333333	2,166666667	

	Promedio				
Normalizada	0,1	0,066666667	0,069767442	0,153846154	0,09757007
	0,2	0,133333333	0,093023256	0,153846154	0,14505069
	0,4	0,4	0,279069767	0,230769231	0,32745975
	0,3	0,4	0,558139535	0,461538462	0,4299195

Suma	0,395266846	Vector	4,05110772
vectorial	0,592650566	consistencia	4,08581706
	1,367851819		4,17716016
	1,812701252		4,21637366

Lambda = 4,132614648

CI = 0,044204883

CR = 0,049116536 < 0,1

< 0,1 OK

Figura No. V. Modelo AHP para los indicadores de Escalabilidad de las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

	CALIDAD EN LAS TIC								8
ID	CA-02	CA-03	CA-04	CA-01	CA-08	CA-09	CA-10	CA-07	1,41
CA-02	1	0,5	0,5	0,5	0,25	0,5	0,111111	0,111111	
CA-03	2	1	0,5	0,333333	0,2	0,16667	0,111111	0,125	
CA-04	2	2	1	0,333333	0,2	0,5	0,166667	0,125	
CA-01	2	3	3	1	0,5	0,33333	0,25	0,25	
CA-08	4	5	5	2	1	0,5	0,333333	0,33333	
CA-09	2	6	2	3	2	1	0,5	0,5	
CA-10	9	9	6	4	3	2	1	0,5	
CA-07	9	8	8	4	3	2	2	1	
Totales	31	34,5	26	15,16667	10,15	7	4,472222	2,94444	

									Promedio
Normalizada	0,032258	0,01449	0,01923077	0,032967	0,024631	0,07143	0,024845	0,03774	0,0322
	0,064516	0,02899	0,01923077	0,021978	0,019704	0,02381	0,024845	0,04245	0,03069
	0,064516	0,05797	0,03846154	0,021978	0,019704	0,07143	0,037267	0,04245	0,04422
	0,064516	0,08696	0,11538462	0,065934	0,049261	0,04762	0,055901	0,08491	0,07131
	0,129032	0,14493	0,19230769	0,131868	0,098522	0,07143	0,074534	0,11321	0,11948
	0,064516	0,17391	0,07692308	0,197802	0,197044	0,14286	0,111801	0,16981	0,14183
	0,290323	0,26087	0,23076923	0,263736	0,295567	0,28571	0,223602	0,16981	0,25255
	0,290323	0,23188	0,30769231	0,263736	0,295567	0,28571	0,447205	0,33962	0,30772
Suma	0,268348		Vector	8,334168		$\lambda =$	8,466931		
vectorial	0,255029		consistencia	8,309769					
	0,369139			8,347313		CI =	0,066704		
	0,607529			8,519578					
	1,023128			8,563281		CR =	0,047308	< 0,1 OK	
	1,211837			8,544076					
	2,165083			8,572923					
	2,629246			8,544337					

Figura No. VI. Modelo AHP para los indicadores de Calidad en las TIC.
Fuente: Elaboración propia.

	PLANEACIÓN ESTRATÉGICA								8
ID	PE-03	PE-05	PE-11	PE-01	PE-12	PE-15	PE-04	PE-06	1,41
PE-03	1	0,5	0,333333	0,5	0,25	0,33333	0,2	0,11111	
PE-05	2	1	0,5	0,5	0,33333	0,25	0,1666667	0,11111	
PE-11	3	2	1	0,5	0,33333	0,5	0,3333333	0,2	
PE-01	2	2	2	1	0,5	0,25	0,3333333	0,5	
PE-12	4	3	3	2	1	0,5	0,5	0,25	
PE-15	3	4	2	4	2	1	0,5	0,5	
PE-04	5	6	3	3	2	2	1	0,5	
PE-06	9	9	5	2	4	2	2	1	
Totales	29	27,5	16,83333	13,5	10,4167	6,83333	5,0333333	3,17222	
									Promedio
Normalizada	0,0344828	0,018182	0,019802	0,037037	0,024	0,04878	0,0397351	0,03503	0,03213
	0,0689655	0,036364	0,029703	0,037037	0,032	0,03659	0,0331126	0,03503	0,0386
	0,1034483	0,072727	0,059406	0,037037	0,032	0,07317	0,0662252	0,06305	0,06338
	0,0689655	0,072727	0,118812	0,074074	0,048	0,03659	0,0662252	0,15762	0,08038
	0,137931	0,109091	0,178218	0,148148	0,096	0,07317	0,0993377	0,07881	0,11509
	0,1034483	0,145455	0,118812	0,296296	0,192	0,14634	0,0993377	0,15762	0,15741
	0,1724138	0,218182	0,178218	0,222222	0,192	0,29268	0,1986755	0,15762	0,204
	0,3103448	0,327273	0,29703	0,148148	0,384	0,29268	0,397351	0,31524	0,30901
Suma vectorial	0,2691236		Vector	8,375907		$\lambda =$	8,3889952		
	0,3207905		consistencia	8,310812					
	0,5240327			8,267755		CI =	0,0555707		
	0,6680032			8,310985					
	0,968268			8,41327		CR =	0,0394119	< 0,1 OK	
	1,3431527			8,532637					
	1,7270335			8,465787					
	2,6064253			8,434809					

Figura No. VII. Modelo AHP para los indicadores de Planeación Estratégica.
Fuente: Elaboración propia.

Anexo G. Matrices de comparación

Tabla No. I. Matriz de comparación de las categorías del modelo propuesto.

Categoría	Igualmente a moderadamente preferida sobre	Moderadamente preferida sobre	Moderadamente a fuertemente preferida sobre	Fuertemente a muy fuertemente preferida sobre	Muy fuerte a extremadamente preferida sobre	Extremadamente preferida sobre
Calidad en las TIC		Infraestructura TIC		Escalabilidad TIC	Gestión TIC	Integración TIC Planeación Estratégica
Infraestructura de las TIC	Escalabilidad TIC Integración TIC	Gestión TIC	Planeación Estratégica			
Escalabilidad de las TIC	Integración TIC Planeación Estratégica	Gestión TIC				
Integración de las TIC	Planeación Estratégica	Gestión TIC				
Gestión de las TIC	Planeación Estratégica					
Planeación Estratégica	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. II. Matriz de comparación de los indicadores de Gestión de las TIC.

ID	Igualmente a moderadamente preferido sobre	Moderadamente preferido sobre	Moderadamente a fuertemente preferido sobre	Fuertemente preferido sobre	Fuertemente a muy fuertemente preferido sobre	Muy fuertemente preferido sobre	Muy fuertemente a extremadamente preferido sobre
GE-04	GE-03 GE-09	GE-01			GE-08	GE-07	GE-02 GE-06
GE-03	GE-01	GE-09	GE-08	GE-07 GE-02		GE-06	
GE-01	GE-09 GE-08		GE-07		GE-02		
GE-09	GE-08	GE-07	GE-02	GE-06			
GE-08	GE-07 GE-02		GE-06				
GE-07	GE-02	GE-06					
GE-02	GE-06						
GE-06	GE-05						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. III. Matriz de los indicadores de Infraestructura de las TIC.

ID	Igualmente a moderadamente preferido sobre	Moderadamente preferido sobre	Moderadamente a fuertemente preferido sobre	Fuertemente preferido sobre	Fuertemente a muy fuertemente preferido sobre	Muy fuertemente preferido sobre	Extremadamente preferido sobre
IF-07	IF-03 IF-09 IF-05	IF-06			IF-01	IF-08	IF-02
IF-03	IF-09 IF-05		IF-01	IF-06	IF-02	IF-08	
IF-09	IF-05 IF-06		IF-01	IF-02	IF-08		
IF-05	IF-01		IF-06 IF-02			IF-08	
IF-06	IF-01 IF-08	IF-02					
IF-01	IF-02 IF-08						
IF-02	IF-08						
IF-08	IF-04						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. IV. Matriz de los indicadores de Integración de las TIC.

ID	Igualmente a moderadamente preferido sobre	Moderadamente preferido sobre	Moderadamente a fuertemente preferido sobre	Fuertemente preferido sobre	Extremadamente preferido sobre
IT-05	IT-03	IT-04		IT-02	IT-01
IT-03	IT-04		IT-02	IT-01	
IT-04	IT-02	IT-01			
IT-02	IT-01				
IT-01	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. V. Matriz de los indicadores de Escalabilidad de las TIC.

ID	Igualmente a moderadamente preferido sobre	Moderadamente preferido sobre	Moderadamente a fuertemente preferido sobre
ES-03	ES-02	ES-04	ES-01
ES-02		ES-01 ES-04	
ES-01	ES-04		
ES-04	N/A	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VI. Matriz de comparación de los indicadores de Calidad en las TIC.

ID	Igualmente a moderadamente preferido sobre	Moderadamente preferido sobre	Moderadamente a fuertemente preferido sobre	Fuertemente preferido sobre	Fuertemente a muy fuertemente preferido sobre	Muy fuertemente a extremadamente preferido sobre	Extremadamente preferido sobre
CA-02	CA-03 CA-04 CA-01 CA-09		CA-08				CA-10 CA-07
CA-03	CA-04	CA-01		CA-08	CA-09	CA-07	CA-10
CA-04	CA-09	CA-01		CA-08	CA-10	CA-07	
CA-01	CA-08	CA-09	CA-10 CA-07				
CA-08	CA-09	CA-10 CA-07					
CA-09	CA-10 CA-07						
CA-10	CA-07						
CA-07	CA-06 CA-05						

Fuente: Elaboración propia.

Tabla No. VII. Matriz de los indicadores de Planeación Estratégica.

ID	Igualmente a moderadamente preferido sobre	Moderadamente preferido sobre	Moderadamente a fuertemente preferido sobre	Fuertemente preferido sobre	Fuertemente a muy fuertemente preferido sobre	Extremadamente preferido sobre
PE-03	PE-05 PE-01	PE-11 PE-15	PE-12	PE-04		PE-06
PE-05	PE-11 PE-01	PE-12	PE-15		PE-04	PE-06
PE-11	PE-01 PE-15	PE-12 PE-04		PE-06		
PE-01	PE-12 PE-06	PE-04	PE-15			
PE-12	PE-15 PE-04		PE-06			
PE-15	PE-04 PE-06					
PE-04	PE-06					
PE-06	PE-08 PE-09 PE-07 PE-02 PE-10 PE-13 PE-16 PE-14					

Fuente: Elaboración propia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdul-Mawjoud, A., & G. Jamel, M. (2016). USING THE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS AND GIS FOR DECISION MAKING IN RURAL HIGHWAY ROUTE LOCATION. *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. Volume 7, Issue 2. ISSN Print: 0976-6308 and ISSN Online: 0976-6316. Journal Impact Factor (2016): 9.7820, 359-375.
- Aghelie, A., Mustapha, N., & Sorooshian, S. (2016). Mathematical Modeling of Interrelationship Analysis to Determine Multi-Criteria Decision Making Casual Relations. *Journal of Advanced Research Design. Penerbit. Akademia Baru*. ISSN (online): 2462-1943 | Vol. 20, No. 1., 18-33.
- Aguilar, C. (2000). La necesidad de la planeación estratégica en las organizaciones industriales modernas. *Temas de Ciencia y Tecnología*. Vol. 4. Número 11., 17-28.
- Alba, C., Zubillaga del Río, A., & Sánchez, J. M. (2015). Tecnologías y Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA): experiencias en el contexto universitario e implicaciones en la formación del profesorado. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa (RELATEC)*. Vol. 14(1). ISSN: 1695-288X, 89-100.
- Aleksejeva, L. (2015). COUNTRY'S COMPETITIVENESS AND SUSTAINABILITY: HIGHER EDUCATION IMPACT. *JOURNAL OF SECURITY AND SUSTAINABILITY ISSUES*. ISSN 2029-7017 print/ISSN 2029-7025 online. JEL Classifications: O1; O3, 355-363.
- Altamirano, A., Zamora, M. A., & Gómez, D. J. (2015). MEDICIÓN DE LA EFICIENCIA INSTITUCIONAL EN LA EDUCACIÓN PÚBLICA A TRAVÉS DEL PROCESO DE JERARQUÍA ANALÍTICA. EL CASO DE LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE QUERÉTARO, MÉXICO. *INTERCIENCIA*. VOL. 40 Nº 11. 0378-1844/14/07/468-08, 779-783.
- Ángeles, A. (2012). PLANES ESTRATÉGICOS INTEGRALES PARA LA INCORPORACIÓN Y USO DE TIC: CLAVES PARA ADMINISTRAR EL CAMBIO. *Revista de la Asociación de Inspectores de Educación de España*. Revista nº 16, 1-8.
- Asmaa , Z., Enayat, H., & Elham, R. (2016). Statistical Interval for Data Envelopment Analysis. *JBAAR. Journal of basic and applied Research*. ISSN 2413-7014, 495-502.
- Ávila, G., & Riascos, S. (2011). Propuesta para la medición del impacto de las TIC en la enseñanza universitaria. *Educ.Educ*. Vol. 14, No. 1. ISSN 0123–1294. , 169-188.
- Avrilev, N., Baluev, D., & Rykhtik, M. (2016). Comparative Analysis of the Role of the University Ranking Positions under Conditions of Globalization in the Motivation of Prospective Students in 2011-2014. *Global Media Journal*. ISSN: 1550-7521. Special Issue S2: 10. <http://www.globalmediajournal.com>, 1-7.

- Bermúdez, J., Gutiérrez, M., & Castellano, N. (2008). Las Tecnologías de Información en las nuevas universidades politécnicas. *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos TELEMÁTICA*. ISSN: 1856-4194. Vol. 7. Edición No.2, 118-128.
- Bermúdez, J., Gutiérrez, M., & Castellano, N. (2008). LAS TIC EN LAS NUEVAS UNIVERSIDADES POLITÉCNICAS. *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*. ISSN: 1856-4194. Vol. 7. Ed. 2., 118-128.
- Bershanskaya, M., Voznesenskaya, Y., & Karpenko, O. (2016). Webometrics Ranking in the Context of Accessibility of Higher Education. *UJER. Universal Journal of Educational Research* 4(7), 1506-1514.
- Bindu, N., & Gopal, R. (2016). THE FOURTH DIMENSION OF INVESTOR DECISION-MAKING GUT FEEL & BELIEF MECHANISM. *INTERCONTINENTAL JOURNAL OF FINANCE RESEARCH REVIEW*. ISSN:2321-0354. ONLINE ISSN:2347-1654. IMPACT FACTOR:1.552. VOLUME 4, ISSUE 4., 16-25.
- Cano, J., & Baena, J. (2015). Tendencias en el uso de las tecnologías de información y comunicación para la negociación internacional. *Elsevier*. <http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2015.03.003>. 0123-5923, 335-346.
- Capanegra, H., Cabrera, G., & Aguilar, M. (2016). EL EMPLEO DE LAS TICS EN EL ÁMBITO UNIVERSITARIO. *DAAPGE* 26, 159-190.
- Cardona, J., Herrera, E., & López, J. (2011). Diferencias de género en la toma de decisiones. *CULTURA, EDUCACIÓN y SOCIEDAD" / Barranquilla - Colombia / Volumen 2 - No. 1*. ISSN 2145-9258, 35-42.
- Castaño, A. (2011). Planeación estratégica en la Pyme de Bogotá Orientación al futuro y evasión de la incertidumbre. *Contaduría y Administración*. ISSN: 0186-1042. núm. 235., 147-173.
- Castrillón, M., Gómez, L., & Santos, E. (2013). Cultura innovativa: Una estrategia de competitividad en las universidades públicas. *Sotavento M.B.A. No. 22.* , 100-113.
- Cem, J. (2000). Rethinking Software Metrics, evaluating measurements schemes. *Software Testing & Quality Engineering*, 51-56.
- Cobo Romani, J. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *zer*. Vol. 14 – Núm. 27. ISSN: 1137-1102, 295-318.
- Coste, J., Guillemín, F., & Puchot, J. (1997). Methodological Approaches to Shortening Composite Measurement Scales. *ELSEVIER*. Vol. 50, No. 3. , 247-252.

- Díaz, A. L., & Canales, A. (2011). Aplicación de las TIC en la Educación Superior: El caso del SUAyED-UNAM. *Reencuentro*. ISSN: 0188-168X. Núm. 62, 30-36.
- Ferrer, J. (2009). UNIVERSIDAD: SERVICIO PÚBLICO FRENTE A MERCANTILIZACIÓN. *Revista Fuentes*, 9, 27-41.
- Fuentes, T., & Luna, M. (2011). ANÁLISIS DE TRES MODELOS DE PLANIFICACIÓN ESTRATÉGICA BAJO CINCO PRINCIPIOS DEL PENSAMIENTO COMPLEJO. *REDIP. UNEXPO. VRB. Venezuela*. Vol. 1. No. 2., 118-134.
- Galindo, J., Sanz, P., & De Benito, J. J. (2011). LA UNIVERSIDAD ANTE EL RETO DE LA TRANSFERENCIA DEL CONOCIMIENTO 2.0: ANÁLISIS DE LAS HERRAMIENTAS DIGITALES A DISPOSICIÓN DEL GESTOR DE TRANSFERENCIA. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*. Vol.17, Nº 3. ISSN: 1135-2523, 111-126.
- Gámiz, V. M. (2014). Lecciones aprendidas de estudios sobre blended-learning en IES. *Revista de Educación Mediática y TIC*. edmetic, 3 (2), 2014, E-ISSN: 2254-0059; pp.52-68.
- Hajian-Heidary, M., & Aghaie, A. (2015). Risk measurement in the global supply chain using monte-carlo simulation. *JIEMS. Journal of Industrial Engineering and Management Studies*. Vol. 2, No. 2, 1-12.
- Hebatalla, E. (2011). Barriers to the Effective Use of Technology in Education: Case Study of UAE University. *Asian Transactions on Science & Technology (ATST ISSN: 2221-4283) Volume 01 Issue 05*, 22-32.
- Hernández, P. (2001). Formación de usuarios: modelo para diseñar programas sobre el uso de TI en IES. *Documentación de las Ciencias de la Información*. ISSN: 0210-4210. número 24., 151-179.
- Herrera, J., & Rodríguez, G. (2015). Educación e innovación: estrategia pendiente de Desarrollo y competitividad en Colombia. *Opción*, vol. 31, núm. 78. ISSN: 1012-1587, 95-109.
- Hoyos, C. A., Sifuentes, A. T., & Llamas, V. T. (2015). Ambientes Educativos Móviles aplicados para la Educación Superior. *Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*. Vol. (2). Núm. (3), 1-13.
- Humanante, P., García, F. J., & Conde, M. (2016). PLEs en contextos móviles: Nuevas formas para personalizar el aprendizaje. *ResearchGate. VAEP-RITA Vol. 4, Núm. 1. ISSN 2255-5706 @ IEEE-ES (Capítulo Español)*, 33-39.
- Irigoyen, J. (2015). INDICADORES DE DESEMPEÑO PARA INVESTIGACIÓN UNIVERSITARIA, EN EL CONTEXTO DE MEGA PLANEACIÓN. *Revista Calidad en la Educación Superior*. ISSN 1659-4703. Volumen 6, Número 2, 113-135.

- Janekova, J. (2015). MONTE CARLO SIMULATION – RISK ANALYSIS TOOL OF INVESTMENT PROJECTS. *Transfer inovácií* 32/2015, 261-263.
- Kaur, A. (2016). VARIOUS STATISTICAL METHODS FOR TIME SERIES FORECASTING. *International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research*. Vol. 03, Issue 07. ISSN: 2350-0743, 1655-1658.
- Kurhade, M., & Wankhade, R. (2016). An Overview on Decision Making Under Risk and Uncertainty. *International Journal of Science and Research (IJSR)*. ISSN (Online): 2319-7064. Index Copernicus Value (2013): 6.14. Impact Factor (2015): 6.391, 416-422.
- Lawler, J., & Kitchenham, B. (2003). Measurement Modeling Technology. IEEE Computer Society. *IEEE SOFTWARE*. 0740 - 7459/03, 68-75.
- Leer, A. (2014). Planeación estratégica en Instituciones del Sector Público de América Latina. *Estrategia Empresarial*. Vol 8. Núm 1., 42-49.
- Levinson, H. (2003). Management por objetivos ¿de quién? *HARVARD BUSINESS REVIEW*, 1-11.
- López, S. (2013). La calidad de las universidades públicas estatales en México desde la perspectiva de un multi-ranking. *Revista de la Educación Superior*. ISSN: 0185-2760. vol. XLII (2), núm. 166., 57-80.
- Lunenburg, F. (2012). Organizational Structure: Mintzberg's Framework. *INTERNATIONAL JOURNAL OF SCHOLARLY, ACADEMIC, INTELLECTUAL DIVERSITY*. VOLUME 14, NUMBER 1, 1-8.
- Marzal, M. Á., Calzada, J., & Ruvalcaba, E. (2015). Objetos de aprendizaje como recursos educativos en programas de alfabetización en información para una Educación Superior de posgrado competencial. *INVESTIGACIÓN BIBLIOTECOLÓGICA*, Vol. 29, Núm. 66, ISSN: 0187-358X, 139-168.
- Mejía, J., & López, D. (2016). Modelo de Calidad de E.learning para IES en Colombia. *Formación Universitaria*. Vol. 9. doi: 10.4067/S0718-50062016000200007, 59-72.
- Mendoza, T. (2013). La estrategia del océano azul para emprendedores. *Apunt. cienc. soc.*, 76-80.
- Mukerji, S., & Tripathi, P. (2005). QUALITY EDUCATION IN INDIA: A MISSION REVISITED FOR DISTANCE EDUCATION INSTITUTIONS. *Asian Association of Open Universities Journal*. Journal, Vol. 1, No. 1, 45-51.
- Nivien, Z. (2014). Factors Affecting the Distribution of Information and Communication Technologies in an Egyptian Public University: A Case Study of the Faculty of Education at Ain Shams University. *RISE. International Journal of Sociology of Education* Vol. 3 No. 2. ISSN: 2014-3575. DOI: 10.4471/rise.2014.11, 167-187.

- Nolasco, P., & Ojeda, M. (2016). La evaluación de la integración de las TIC en la educación superior: fundamento para una metodología. *RED-Revista de Educación a Distancia*. Núm. 48. Artic. 9. DOI: 10.6018/red/48/9., 1-24.
- OECD, O. f.-o. (2012). *Resumen Ejecutivo, 2012*, <https://www.oecd.org/governance/50480724.pdf>.
- OECD, O. f.-o. (2013). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2013 INNOVATION FOR GROWTH*, <http://www.oecd.org/sti/scoreboard-2013.pdf>.
- Olaskoaga, J., Marúm, E., & Partida, M. I. (2015). La diversidad semántica y el carácter político de las nociones de calidad en la Educación Superior de México. *Revista de la Educación Superior, RESU*, Vol. XLIV, No.173, e-ISSN: 2395-9037, 85-102.
- Olivé, L. (2006). Los desafíos de la sociedad del conocimiento: cultura científico-tecnológica, diversidad cultural y exclusión. *Revista Científica de Información y Comunicación. IC*. Número 3. ISSN: 1696-2508, 29-51.
- Pautt, G. (2011). LIDERAZGO Y DIRECCIÓN: DOS CONCEPTOS DISTINTOS CON RESULTADOS DIFERENTES. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, vol. XIX, núm. 1. ISSN: 0121-6805, 213-228.
- Porter, M. (2008). THE FIVE COMPETITIVE FORCES THAT SHAPE STRATEGY. *Harvard Business Review*, 78-93.
- Pulido, D., & Najar, O. (2015). Gestión del conocimiento en educación con tic en la transformación de la escuela. *Revista Vínculos*. DOI: 10.14483/udistrital.jour.vinculos. ISSN 1794-211X • e-ISSN 2322-939X • Vol 12, No 1, 27-41.
- Qing-yun, D., Chun-ping, Z., & Hao, W. (2016). Research of Decision Tree Classification Algorithm in Data Mining. *International Journal of Database Theory and Application*. Vol.9, No.5. <http://dx.doi.org/10.14257/ijdta.2016.9.5.01>, 1-8.
- Ramírez, A., Montoya, I., & Montoya, A. (2012). Análisis del Potencial Competitivo del Bioetanol en Colombia: un enfoque desde las 5 Fuerzas Competitivas de Michael Porter. *Revista Gestión y Ambiente Volumen 15 - No. 2*. ISSN 0124.177X, 117-130.
- Ramzi, S., & Ayadi, M. (2016). ASSESSMENT OF UNIVERSITIES EFFICIENCY USING DATA ENVELOPMENT ANALYSIS: WEIGHTS RESTRICTIONS AND SUPER-EFFICIENCY MEASURE. *Journal of Applied Management and Investments*. Volumen 5. Number 1., 40-58.
- Rasool, S., & Al-Zwainy, F. (2016). Estimating Productivity of Brickwork item using Logistic and Multiple Regression Approaches. *Scholars Journal of Engineering and Technology (SJET)*. ISSN 2321-435X (Online). ISSN 2347-9523 (Print), 234-243.

- Ríos, T. (2015). LOS NUEVOS PARADIGMAS DE LA ADMINISTRACIÓN EN LA UNIVERSIDAD: GLOBALIZACIÓN Y COMPETITIVIDAD. *Rev. de Investigación de la Fac. de Ciencias Administrativas, UNMSM. Vol. 18-II, Nº 36*, 101-106.
- Rivera de Parada, A. (2015). CARACTERIZACIÓN DE DOCENTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR Y SU CONCEPTUALIZACIÓN DE CALIDAD UNIVERSITARIA. *CIENCIA, CULTURA Y SOCIEDAD. VOL. 2, No. 01, ISSN: 2305-7688*, 27-38.
- Rodríguez, Á., Guerra, M., & Aguilera, E. (2014). Las tecnologías de la información y las comunicaciones y el desarrollo de la capacidad de dirección. *Ciencias Holguín, vol. XX, núm. 3. E-ISSN: 1027-2127.*, 1-11.
- Romero, M., Peirats, J., & San Martín, Á. (2013). Percepciones en torno al coordinador TIC en los centros educativos inteligentes. Un estudio de caso. *Educación 2014, vol. 50/1. ISSN 0211-819X (imprès), ISSN 2014-8801 (en línea)*, 167-184.
- Sampedro, B. (2015). Las TIC y la educación social en el siglo XXI. *Revista de Educación Mediática y TIC. edmetic. E-ISSN: 2254-00*, 8-24.
- Sánchez, A., Boix, J., & Jurado, P. (2009). LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO Y LAS TICS: UNA INMEJORABLE OPORTUNIDAD PARA EL CAMBIO DOCENTE. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación. Nº 34.* , 179-204.
- Sánchez, M. (2011). La ubicación de las universidades mexicanas en tres sistemas mundiales de clasificación de IES. *Ciencia Ergo Sum. ISSN: 1405-0269. vol. 18, núm. 3.* , 233-242.
- Santa, J., Veloza, J., & Arias, R. (2013). Aplicación del aprendizaje automático con árboles de decisión al estudio de las variables del modelo de indicadores de gestión de las universidades públicas. *Scientia Et Technica, vol. 18, núm. 4. ISSN: 0122-1701.*, 725-731.
- Seyyed Esfahani, H., Asgharizadeh, E., & Abdoli, G. (2015). The competitive advantages analysis of pharmaceutical industry strategic behaviors by game theory. *Journal of Industrial Engineering and Management Studies. JIEMS. Vol. 2, No. 2* , 83-95.
- Soto, J., Franco, M., & Giraldo, J. (2014). Desarrollo de una metodología para integrar las TIC en las IE (Instituciones Educativas) de Montería. *Zona Próxima, núm. 21. ISSN: 1657-2416*, 34-51.
- Sravanthi, B., & Anvesh Kumar, M. (2016). ESTIMATION OF FUTURE TRAFFIC DEMAND BY GRAVITY MODEL: A CASE STUDY OF RAMAGUNDAM. *International Journal of Engineering Research-Online. Vol.4., Issue.2.ISSN: 2321-7758*, 119-131.
- Tapia, M. d. (2010). IMPLEMENTACIÓN DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS EN EL PROCESO EDUCATIVO: RETOS Y PERSPECTIVAS. *Didasc@lia: Didáctica y Educación. ISSN 2224-2643.*, 87-98.

- UNAM, U. (2013). Indicadores de desempeño para facultades y escuelas de educación superior UNAM. *Universidad Nacional Autónoma de México*, 1-102.
- Velázquez, E., Cruz, M., & López de Cosío, J. (2015). La dirección estratégica en la universidad pública: una investigación en las universidades tecnológicas de México. *Universidad & Empresa, Bogotá (Colombia)* 17(28), 87-104.
- Winkler, L., & Zeffass, A. (2016). Strategy and organizational culture – Conceptualizing the interplay of key concepts in communication. *Globe: A Journal of Language, Culture and Communication*, 3: ISSN: 2246-8838, 108-120.
- Wu, N., & Scott, H. (2016). A Novel Image Change Detection Model and Optimization Algorithm based on Game Theory under the Bounded Rationality Conditions. *International Journal of Security and Its Applications*. Vol. 10, No. 4. ISSN: 1738-9976 IJSIA, 317-330.
- Zambrano, W., & Medina, V. (2010). Creación, implementación y validación de un modelo de aprendizaje virtual para la Educación Superior en tecnologías WEB 2.0. *Signo y Pensamiento* 56 · Documentos de Investigación. Volumen XXIX, 288-303.
- Zapata Galindo, M., & Ramírez Rodríguez, R. (2015). POLICIES FOR SOCIAL INCLUSION AND EQUITY IN HIGHER EDUCATION IN EUROPE. *Advances in Education in Diverse Communities: Research, Policy and Praxis, Volume 11.*, 311-336.
- Zapata, G. (2016). Decisiones claves y aspectos críticos en la Gestión de las TIC. IV Congreso IBEROAMERICANO de Enseñanza de la Ingeniería. *ResearchGate*, 1-9.
- Zhou, J., & Liu, N. (2016). Collaboration Game Theory Heterogeneous Network Resource Allocation Algorithm. *International Journal of Future Generation Communication and Networking*. Vol. 9. No. 8. ISSN: 2233-7857., 87-98.