



**INSTITUTO POLITECNICO
NACIONAL**

Centro de Investigación en Computación

Secretaría de Investigación y Posgrado

**Propuesta de extensión del
Modelo de Aceptación Tecnológica
(MAT): un enfoque hacia los Sistemas
de Información Geográfica (SIG).**

TESIS

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

P R E S E N T A

EDGAR FRANCISCO GOMEZ OCAMPO



DIRECTOR DE TESIS: M. en C. SANDRA DINORA ORANTES JIMÉNEZ.

MÉXICO, D.F.

NOVIEMBRE 2012.



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

ACTA DE REVISIÓN DE TESIS

En la Ciudad de México, D.F. siendo las 10:00 horas del día 20 del mes de Junio de 2012 se reunieron los miembros de la Comisión Revisora de la Tesis, designada por el Colegio de Profesores de Estudios de Posgrado e Investigación del:

Centro de Investigación en Computación

para examinar la tesis titulada:

"Propuesta de extensión del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT): Un enfoque hacia los Sistemas de Información Geográfica (SIG)"

Presentada por el alumno:

GÓMEZ

Apellido paterno

OCAMPO

Apellido materno

EDGAR FRANCISCO

Nombre(s)

Con registro:

B	1	0	1	6	4	8
---	---	---	---	---	---	---

aspirante de: **MAESTRÍA EN CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN**

Después de intercambiar opiniones los miembros de la Comisión manifestaron **APROBAR LA TESIS**, en virtud de que satisface los requisitos señalados por las disposiciones reglamentarias vigentes.

LA COMISIÓN REVISORA

Director de Tesis

M. en C. Sandra Dinora Orantes Jiménez

Dr. Gilberto Lorenzo Martínez Luna

Dr. Miguel Jesús Torres Ruiz

M. en C. Alejandro Botello Castillo

Dr. Rolando Menchaca Méndez

PRESIDENTE DEL COLEGIO DE PROFESORES

INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
CENTRO DE INVESTIGACIÓN
EN COMPUTACIÓN

Dr. Luis Alfonso Méndez Vargas



INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

CARTA CESIÓN DE DERECHOS

En la Ciudad de México el día **26** del mes de **Octubre** del año **2012**, el (la) que suscribe **C. Edgar Francisco Gómez Ocampo** alumno (a) del Programa de **Maestría en Ciencias de la Computación** con número de registro **B101648**, adscrito al **Centro de Investigación en Computación**, manifiesta que es autor (a) intelectual del presente trabajo de Tesis bajo la dirección de **M en C. Sandra Dinora Orantes Jiménez** y cede los derechos del trabajo intitulado ***Propuesta de extensión del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT): un enfoque hacia los Sistemas de Información Geográfica (SIG)***, al Instituto Politécnico Nacional para su difusión, con fines académicos y de investigación.

Los usuarios de la información no deben reproducir el contenido textual, gráficas o datos del trabajo sin el permiso expreso del autor y/o director del trabajo. Este puede ser obtenido escribiendo a la siguiente dirección **edgar.fgo22@gmail.com**. Si el permiso se otorga, el usuario deberá dar el agradecimiento correspondiente y citar la fuente del mismo.

Edgar Francisco Gomez Ocampo

Nombre y firma

Resumen

En este trabajo de tesis se presenta una extensión del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT), que es uno de los más utilizados y ha demostrado ser efectivo para predecir el uso de cualquier tecnología proporcionando una perspectiva enfocada al usuario final.

Se seleccionaron los Sistemas de Información Geográfica (SIG), por su importancia en la actualidad y por sus características, además de ser requeridos con frecuencia en empresas mexicanas. En esta nueva extensión se integra un conjunto de variables externas, estableciendo la relación entre las variables propuestas y las variables principales del modelo básico. Además, se desarrolla una herramienta de software (MAT-SIG), basada en la extensión del modelo propuesto para ayudar en el proceso de evaluación.

Abstract

This thesis work introduces an extension of the Technology Acceptance Model (TAM). This model is one of the most used and it has proved to be an effective model to predict the use of any technology providing a perspective focused on the end-user. Geographic Information Systems (GIS) were selected for its current importance and their characteristics, besides being frequently required by Mexican companies. In this new extension, a set of external variables is included, establishing the relationship between the proposed variables and the main variables of the basic model. Additionally, a software tool (MAT-SIG) is developed, based on the extension of the proposed model to assist in the evaluation process.

Dedicatoria

A mi madre y a la pequeña Leslie.

Agradecimientos

A mi familia por el apoyo y cariño que me han brindado siempre.

*Al Instituto Politécnico Nacional (IPN)
Distinguida institución de la cual me siento orgulloso pertenecer.*

*Al Centro de Investigación en Computación (CIC)
Por el cúmulo de conocimientos que me ha dado.*

*Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT)
Por su imprescindible apoyo económico otorgado durante estos años.*

A mi asesora, su sabiduría y paciencia han sido para mí una excelente oportunidad para la realización de este trabajo que tiene un significado importante en mi vida profesional; tenga por seguro que lo que me ha enseñado me guiará en mi camino como profesionista y siempre le estaré verdaderamente agradecido.

A los miembros de mi comité tutorial que, sin sus valiosas observaciones, no hubiera podido alcanzar las metas aquí planteadas.

A las excelentes personas que conocí en mi paso por este centro de las cuales aprendí mucho.

Índice

Resumen	i
Abstract	ii
Agradecimientos	iii
Capítulo 1 Introducción	
1.1 Introducción	1
1.2 Planteamiento del problema	2
1.3 Objetivos	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	3
1.4 Justificación	4
1.5 Aportación de tesis	6
1.6 Alcances	7
1.7 Limitaciones	7
1.8 Organización de la tesis	8
Capítulo 2 Marco teórico	
2.1 Introducción	9
2.2 Aceptación tecnológica	10
2.3 Teorías y modelos de aceptación tecnológica	10
2.3.1 Teoría de la Difusión de Innovaciones	13
2.3.1.1 Proceso de decisión de la innovación	13
2.3.1.2 Categorías de adoptadores	15
2.3.1.3 Curva de adopción	16
2.3.1.4 Caracterización de los sistemas sociales	17
2.3.2 Teoría de Acción Razonada	18
2.3.3 Teoría del Comportamiento Planeado	21
2.3.4 Modelo de Aceptación Tecnológica	23
2.3.4.1 Modelo de Aceptación Tecnológica original	24
2.3.4.2 Extensiones del modelo de Aceptación Tecnológica	26
2.3.4.3 Aplicaciones del Modelo de Aceptación	
Tecnológica	29
2.4 Justificación del MAT	32
2.5 Resumen de capítulo	35

Capítulo 3 Modelo propuesto

3.1 Introducción	36
3.2 Sistemas de Información Geográfica	36
3.2.1 Definición	36
3.3 ¿Por qué los SIG?	38
3.4 Casos de Estudio	39
3.4.1 Descripción de los Casos de Estudio	39
3.4.2 Análisis	41
3.5 Sistemas de Información Geográfica y MAT	46
3.5.1 Parámetros en el MAT	46
3.5.2 Modelo propuesto	46
3.6 Cuestionarios y medición	49
3.7 Resumen de capítulo	52

Capítulo 4 Análisis y diseño de la aplicación

4.1 Introducción	53
4.2 Requerimientos	55
4.2.1 Alcance del Sistema	55
4.2.2 Objetivos del sistema	55
4.2.3 Perfiles de usuarios	56
4.2.4 Requerimientos funcionales	56
4.2.5 Requerimientos no funcionales	57
4.3 Modelado del sistema	57
4.3.1 Caso de uso general	57
4.3.2 Diagramas de secuencia	59
4.3.3 Diagramas de actividades	63
4.3.4 Diagrama de clases	66
4.4 Arquitectura del Sistema	67
4.5 Almacenamiento de los datos	68
4.5.1 Modelo Entidad-Relación	69
4.6 Implementación de la herramienta	70
4.7 Resumen de capítulo	70

Capítulo 5 Pruebas y resultados

5.1 Introducción	71
------------------	----

5.2 Validación del modelo propuesto (MAT-SIG)	72
5.2.1 Instrumento	72
5.2.2 Fiabilidad del modelo MAT-SIG	72
5.2.3 Análisis de correlación del modelo MAT-SIG	73
5.2.3.1 Coeficiente de correlación de Pearson	73
5.2.4 Diagramas de dispersión	76
5.2.5 Análisis de regresión del modelo MAT-SIG	77
5.3 MAT original vs MAT-SIG	81
5.3.1 Confiabilidad MAT original	82
5.3.2 Coeficiente de correlación Pearson del MAT original	82
5.3.3 Análisis de regresión del MAT original	82
5.4 Un caso de evaluación	85
5.4.1 Pantalla principal	85
5.4.2 Acceso a MAT-SIG	86
5.4.3 Pantalla principal de sesión (evaluadores)	87
5.4.4 Crear una nueva evaluación.	88
5.4.5 Registro de empleados	88
5.4.6 Consultar empleados	89
5.4.7 Sesión de empleados	90
5.4.8 Consulta de evaluaciones.	91
5.4.9 Reporte y graficas	92
5.5 Resumen de capítulo	95
Capítulo 6 Conclusiones y trabajo futuro	
6.1 Conclusiones	96
6.2 Trabajo futuro	98
Bibliografía	99
Glosario	103
Acrónimos	104
Anexos	
A Tecnologías de Información Geográfica	105
B Cuestionarios MAT-SIG y MAT	118
Artículos publicados	121

Índice de Figuras

2.1	Aceptación de la tecnología de información	10
2.2	Conceptos básicos de los modelos de aceptación del usuario	11
2.3	Proceso de decisión del Modelo de Rogers	13
2.4	Curva de adopción de innovaciones de Rogers	17
2.5	Teoría de Acción Razonada desarrollada por Fishbein y Ajzen	19
2.6	Teoría de Comportamiento Planeado desarrollada por Ajzen	22
2.7	Modelo de Aceptación Tecnológica original	25
2.8	Extensión del MAT enfocada a los sistemas ERP	30
2.9	Extensión del MAT de reciente creación enfocada a las redes sociales.	31
3.1	Sistema de Información Geográfica	38
3.2	SIAD-DF y SIAD-SAGARPA	40
3.3	Funciones comunes de los SIG	41
3.4	Funciones de los SIG	42
3.5	Componentes de la interfaz grafica de usuario de SIAD	42
3.6	Modelos de representación de datos.	43
3.7	Capas de información	44
3.8	Modelo propuesto (MAT-SIG)	47
3.9	Cuestionario de la variable facilidad de uso	50
4.1	Etapas del desarrollo de sistemas y sus resultados	55
4.2	Caso de uso general de la herramienta.	58
4.3	Diagrama de secuencia del Evaluador	62
4.4	Diagrama de secuencia del Empleado	63
4.5	Diagrama de actividades del proceso de evaluación	64
4.6	Diagrama de actividades del empleado.	65
4.7	Diagrama de clases para la aplicación (MAT-SIG).	66
4.8	Arquitectura cliente-Servidor	67
4.9	Modelo Entidad-Relación del sistema.	69
5.1	Diagramas de dispersión	76
5.2	Relación de hipótesis del modelo propuesto MAT-SIG	78
5.3	Relación de hipótesis del modelo MAT original	83

5.4	Pantalla principal de MAT-SIG.	86
5.5	Autenticación de usuario.	86
5.6	Formulario de registro de evaluadores	87
5.7	Pantalla principal sesión de evaluador	87
5.8	Registro de nueva evaluación.	88
5.9	Registro de empleados	89
5.10	Consulta de empleados	89
5.11	Autenticación del empleado	90
5.12	Encuesta	90
5.13	Listado de Evaluaciones.	91
5.14	Listado de Evaluaciones.	91
5.15	Resultados por variable.	92
5.16	Resultados por variable.	92
5.17	Reporte final	93
A.1	Elementos de un SIG	107
A.2	Un Sistema de Información Geográfica puede mostrar la información en capas	110
A.3	Modelos de representación	110
A.4	Sistema de Información Geográfica para un área de la Patagonia.	111
A.5	Representación de curvas de nivel sobre una superficie tridimensional generada por una malla	111
A.6	Geoprocesamiento.	112
A.7	Mapa temático	113
A.8	Aplicaciones de un SIG	115

Índice de Tablas

2.1	Teorías y modelos de aceptación analizados	12
2.2	Fases del modelo de adopción individual de Rogers.	14
2.3	Fases del modelo de adopción en una organización.	14
2.4	Determinantes de la intención de uso	27
2.5	Determinantes de la Actitud	27
2.6	Variables externas de la utilidad percibida	28
2.7	Variables externas de la facilidad de uso.	28
2.8	Aplicaciones del MAT	32
2.9	Síntesis comparativa de los modelos mostrados anteriormente	33
3.1	Muestra de definiciones de un SIG	37
3.2	Tipología de las funciones de análisis espacial	45
3.3	Variables externas de los SIG	45
3.4	Escala de Likert de 5 puntos	50
3.5	Preguntas originales del MAT formuladas por Davis	51
3.6	Preguntas sobre actitud y uso de los SIG	51
3.7	Preguntas de las variables externas agregadas al MAT	52
4.1	Perfiles de usuario del sistema de información	56
4.2	Requerimientos funcionales	56
4.3	Requerimientos no funcionales	57
4.4	Secuencia de eventos de la evaluación	60
5.1	Rangos para la interpretación de los valores del análisis de confiabilidad	72
5.2	Resultados del análisis de confiabilidad del modelo MAT-SIG	73
5.3	Niveles de correlación.	74
5.4	Coeficientes de correlación de las variables del modelo MAT-SIG	75
5.5	Hipótesis 2, 3, 4 y 5 MAT-SIG	80
5.6	Hipótesis 1 MAT-SIG	80
5.7	Hipótesis 6 y 7 MAT-SIG	81
5.8	Variables y preguntas del MAT original	81

5.9	Alfa de Cronbach MAT original	82
5.10	Coeficientes de correlación de Pearson MAT original	82
5.11	Hipótesis 1 MAT original	84
5.12	Hipótesis 2 y 3 MAT original	84
5.13	Puntuaciones	94
5.14	Puntuación para el uso actual	94

Capítulo 1

1.1 Introducción

Actualmente las tecnologías de información y comunicaciones están cada vez más al alcance de todos, debido a que cada día los precios son más accesibles, aunado al impacto multiplicador que tienen las tecnologías sobre la producción, hace que la inversión en ellas sea un factor clave para la competitividad y supervivencia de las empresas.

Es por ello que debido a la adquisición de las tecnologías de información para apoyar las necesidades de las empresas surgen modelos de evaluación de software, no solo en cuanto a la calidad del mismo si no también que ayuden a saber si la introducción de una nueva tecnología de información es aceptada y utilizada con agrado por parte de las personas dentro de la empresa quienes finalmente son los consumidores y usuarios, en consecuencia a ello es que surge el TAM (*Technology Acceptance Model, Modelo de la aceptación de la Tecnología*) como una teoría de los sistemas de información que modela cómo los usuarios llegan a aceptar y utilizar una tecnología.

1.2 Planteamiento del Problema.

Un Sistema de Información Geográfica (SIG) puede definirse como un complejo sistema de hardware y software que tiene como objeto la comprensión y análisis de datos espaciales georeferenciados cuyo fin último es ayudar a las diversas actividades humanas donde los datos espaciales tienen un papel determinante.

Los SIG pueden ayudar a muchos tipos de aplicaciones a la ubicación en espacio de lugares y objetos que ocupan un lugar en el espacio, pero su utilización, depende en gran parte, de cómo los usuarios por sí mismos acepten su implantación y los usen, incorporándolos en su trabajo. De ahí que resulte crucial conocer o tratar de evaluar la aceptación de este tipo de Tecnología de la Información.

La aceptación individual y el uso de nuevas tecnologías ha sido ampliamente estudiado en las últimas dos décadas, especialmente los Modelos de Aceptación Tecnológica (MAT) de Davis [13], su sucesor MAT2 [1] y unificados con los modelos MAT3 [4], que tratan de listar y agrupar aquellos factores explicativos y moderadores de su aceptación. Estos modelos contienen una forma estable y segura de predecir la manera en la que una nueva tecnología puede ser aceptada y en definitiva, usada.

Aunque muchas empresas en México actualmente usan SIG, pocos estudios se centran en identificar los factores que explican la aceptación de herramientas de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones con base en este tipo de sistemas. El presente trabajo se centra en utilizar el MAT con la intención de modelar las variables que hay detrás de la aceptación de SIG y analizar los factores positivos de su uso.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Construir y validar una nueva extensión del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT) enfocada a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), para evaluar la aceptación y uso de estos sistemas, integrando nuevas variables al MAT.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Analizar y evaluar los principales modelos que existen sobre adopción de innovaciones tecnológicas, para justificar la elección del MAT.
- Acotar el conjunto de variables externas al área tomada para estudio, es decir que influyan directamente en la aceptación de los SIG.
- Diseñar y desarrollar una nueva extensión del MAT integrando el conjunto de variables identificado.
- Diseñar y desarrollar una herramienta de software con base en la nueva extensión obtenida del MAT, para la evaluación del uso y aceptación de los SIG, que sea clara en su operación en términos de utilidad y facilidad de uso.

1.4 Justificación

Debido al auge de las tecnologías de información, muchas empresas han decidido adquirir e implantarlas para apoyar sus necesidades, dando como resultado un alto desempeño y que las empresas sean competitivas nacional e internacionalmente. En consecuencia han surgido modelos, estándares, normas entre otros, que tienen gran aceptación y se han extendido mundialmente.

Al insertarse México en el ámbito del comercio global, fue necesario modificar sus Leyes, este hecho dio origen a la actual Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN).

La LFMN tiene un reglamento en el que se establece de manera general las condiciones y procesos para elaborar la normativa nacional y así evaluar la conformidad de los productos, procesos, servicios etc., que se comercializan en el territorio nacional, lográndose en México dentro de esta normativa la evaluación del software en cuanto a su calidad, lo que permite a las empresas proporcionar garantía de lo que están produciendo y adquiriendo.

Por otra parte, en México las empresas están tomando conciencia de lo que implica introducir una nueva tecnología de información, esto implica tomar en cuenta varios factores como: costos de adquisición, costos de implantación, reajuste de personal, costos de capacitación, resaltando últimamente la aceptación e implantación de nuevas tecnologías de información por parte de los empleados (para fines de las tecnologías conocidos como usuarios finales de las mismas) de la empresa.

Es por ello, que esta investigación se ha enfocado en un punto que cada vez cobra más importancia: la aceptación de las tecnologías de información, en conclusión, la trascendencia de investigar los desarrollos de teorías de los sistemas de información cuyo objetivo es modelar la manera en que los usuarios llegan a aceptar y utilizar una nueva tecnología que se implanta en la empresa; cabe mencionar que dicha teoría, ya es ampliamente utilizada en países americanos y europeos por lo cual es importante impulsarla en México; una teoría basada en la aceptación tecnológica, particularmente tomar como base el MAT.

Finalmente y aunado a una necesidad real que se tiene dentro de una de las organizaciones gubernamentales del país, como es el caso de SAGARPA, surge la

presente investigación acotándose particularmente a la evaluación de Sistemas de Información Geográfica, tomando como casos de estudio la aceptación por parte de los usuarios, de sistemas que actualmente se encuentran en uso en esta institución.

1.5 Aportación de esta tesis

Con este trabajo de tesis, se proporciona un nuevo enfoque del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT), mediante la identificación de factores que influyen en la adopción y aceptación de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), ya que actualmente no se ha desarrollado algún trabajo que aborde este tipo de sistemas.

En la línea de investigación de adopción y aceptación de nuevas tecnologías se han desarrollado diversos modelos para explicar el proceso de aceptación tecnológica por parte de los usuarios, el principal modelo que se ha empleado como base para estas investigaciones ha sido el MAT, en algunos estudios se ha aplicado este modelo a diferentes Tecnologías de Información y se ha comprobado su eficacia, mientras que otras investigaciones han ido más allá y han desarrollado extensiones de este modelo identificando nuevos factores externos que intervienen en la aceptación de la tecnología que se está estudiando. Se ha encontrado que no hay investigaciones que hayan abordado el área de estudio de los SIG y debido a una necesidad real es por ello que este trabajo toma como base el MAT y se centra en el área.

Al estudiar los factores subyacentes a los SIG, se proporciona información valiosa para los investigadores interesados en esta misma línea para el desarrollo de nuevos modelos con características que puedan mejorar la evaluación de la aceptación de nuevas tecnologías. La principal contribución a la literatura de aceptación tecnológica de este trabajo reside en proponer una nueva extensión del MAT enfocada en el área de los SIG, que explique la aceptación de una tecnología relativamente nueva de esta misma área. Este trabajo se puede utilizar como marco teórico para estudiar la aceptación de otras nuevas tecnologías en fase de desarrollo y puede servir como base para el desarrollo de nuevos modelos de aceptación tecnológica.

En resumen, la contribución de esta tesis comprende dos aspectos:

En primer lugar, se identifican los factores externos de carácter intrínseco inherentes al caso de estudio, los SIG los cuales tienen una influencia significativa en la aceptación de este tipo de tecnologías. En segundo lugar, se presenta una extensión conceptual del MAT que explica la aceptación de las tecnologías relacionadas al caso de estudio, que es un contexto totalmente nuevo en comparación con los contextos de las tecnologías evaluadas en estudios anteriores.

1.6 Alcances

- Se propone una nueva extensión del Modelo de Aceptación Tecnológica enfocada a los Sistemas de Información Geográfica.
- Se valida el modelo propuesto mediante análisis de confiabilidad, correlación y regresión lineal.
- A partir del modelo propuesto, se desarrolla una aplicación para automatizar el proceso de evaluación del MAT-SIG.

1.7 Limitaciones

- El modelo se aplica únicamente a los usuarios finales de dos aplicaciones SIG (SAGARPA e ICyTDF).
- Los resultados de las pruebas y evaluación del modelo propuesto se limitan a 30 muestras de laboratorio.
- No se lleva a cabo ningún programa o modelo de capacitación con los resultados obtenidos.

1.8 Organización de la tesis

Los capítulos de la presente tesis se estructuran como se indica a continuación:

Capítulo 1.

Se presenta la propuesta del tema, el planteamiento del problema así mismo los objetivos que se pretenden lograr y la justificación que sustenta la investigación

Capítulo 2.

Presenta conceptos introductorios sobre la aceptación de las tecnologías de información, así también se explican las principales teorías y modelos que se enfocan en el estudio de la adopción de nuevas tecnologías y una comparativa entre estos mismos.

Capítulo 3.

En el tercer capítulo se aborda el área de estudio, los sistemas de información geográfica, se da una breve explicación acerca de ellos, posteriormente se analizan dos herramientas de este tipo, se extraen sus características y con en ellas se definen las variables externas y se presenta el modelo propuesto.

Capítulo 4.

En este capítulo se realiza el análisis y diseño de la arquitectura de la herramienta de software que servirá de apoyo para el proceso de evaluación.

Capítulo 5.

En este capítulo se realiza la validación del modelo propuesto y documenta un caso de prueba de la funcionalidad de la herramienta.

Capítulo 6.

Se muestran las conclusiones obtenidas al término del desarrollo de la tesis del modelo obtenido y de la herramienta desarrollada.

Capítulo 2

2.1 Introducción

En el sector de la industria, las tecnologías de información han ganado terreno, debido a que ha crecido considerablemente el porcentaje de empresas que optan por adquirirlas e implantarlas debido a los grandes beneficios que conllevan su uso; alto rendimiento, automatización de procesos de producción, competitividad en todos los ámbitos por mencionar algunas.

Pero no todo significa éxito y buenos resultados, a pesar de los impresionantes avances en las capacidades de hardware y software a lo largo de los años, que son factor importante en el incremento y mejoramiento del desempeño en las industrias y por ende obtención de buenos resultados al emplear tecnologías de información, aunado al hecho de que algunas empresas se ven obligadas a cambiar sus antiguos procesos de producción deciden optar por tecnologías de información, adquirirlas para innovar sus procesos, esto garantiza el éxito total en la empresa que las adquiere esto, se traduce en ganancias y competitividad nacional e internacional.

Es importante señalar que no solo adquirir la más sofisticada tecnología es el factor determinante para obtener todo el éxito, sino que también el usuario quien es, el que va a utilizar la tecnología a implantar, es pieza clave de este éxito, la adopción y uso de tecnologías de información en las empresas, sigue siendo una preocupación a pesar de los avances en materia de software y hardware se observa una baja en el uso de los sistemas de información instalados en las empresas por parte de los usuarios lo cual se ha identificado como un factor subyacente a la productividad y en consecuencia en el rendimiento de la misma [1].

En este capítulo se define lo que es la aceptación tecnológica y se abordan los principales modelos y teorías de aceptación y diversos estudios importantes al momento de implantar innovaciones tecnológicas. Dentro de estos estudios se analiza con especial atención el Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT) propuesto por Davis, ya que se ha consolidado como uno de los trabajos más importantes en lo que se refiere a adopción de innovaciones tecnológicas.

2.2 Aceptación Tecnológica

El tema de la aceptación individual de las TI (*Information Technology, Tecnologías de la Información*) ha sido investigado desde múltiples perspectivas teóricas usando un amplio rango de estructuras y definiciones. Gattiker (1984) define la aceptación de la tecnología como el estado psicológico de una persona con respecto a su uso voluntario o deseado de una tecnología en particular [2]. Por su parte Robert Zmud, propone que es una relación entre la aceptación individual de una TI y las consecuencias críticas a nivel individual tales como mejorar el rendimiento del trabajo, el incremento de la productividad y la satisfacción del usuario.

Zmud sitúa el comportamiento de la aceptación de manera que se ve influenciado por una variedad de factores incluyendo las diferencias individuales, las influencias sociales, las creencias y actitudes, las influencias situacionales y las intervenciones administrativas (véase Figura 2.1), éstas últimas y las diferencias individuales son hipotéticas hacia tener un efecto en las creencias y actitudes [3].

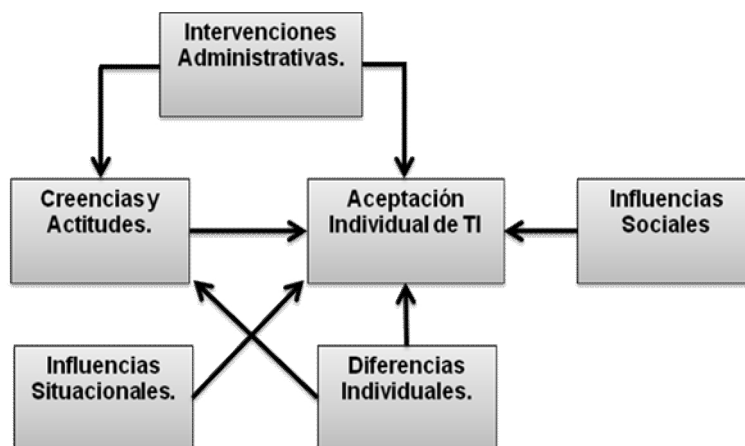


Figura. 2.1. Aceptación de la tecnología de información, esquema propuesto por Robert Zmud.

2.3 Teorías y Modelos de Aceptación Tecnológica

El objetivo final de cualquier Tecnología de Información es aumentar el nivel de rendimiento del usuario así también reducir el tiempo de procesos a través del uso de esta tecnología. El aumento del costo de desarrollo de nuevas tecnologías y la reingeniería, propicia la necesidad de predecir el uso de las TI por los usuarios previstos.

Numerosas investigaciones se han llevado a cabo para entender la aceptación de los usuarios de las TI. Taylor y Todd (1995) afirman que "la comprensión de los

determinantes de la utilización de las TI debería contribuir a garantizar la implementación eficaz de los recursos de TI en una organización".

Dentro de estas investigaciones, ha habido diferentes enfoques; un enfoque se centra en la aceptación individual de la tecnología mediante el uso de la intención o el uso como variable dependiente. Otros enfoques se han centrado en el éxito de la aplicación a nivel de organización y tarea de ajuste de la tecnología, entre otras [4].

Sin embargo diversos factores influyen sobre la utilización de nuevas tecnologías, tales como tecnológicos e infraestructurales, el contexto legal y económico, así como dimensiones relacionadas con las percepciones con las actitudes, grado de preparación tecnológica y características sociodemográficas de las personas [5].

En la Figura 2.2 se muestran los conceptos básicos de los modelos de aceptación del usuario. Como puede verse, reacciones individuales del usuario influyen en su intención de usar TI, esto, a su vez, influye directamente en el uso actual de las TI.



Figura 2.2. Conceptos básicos de los modelos de aceptación del usuario.

En la Tabla 2.1 se resumen los diferentes modelos que se analizaron en este capítulo, se especifican en diferentes columnas el nombre del modelo, los autores que han contribuido esencialmente al desarrollo del modelo, si responde a un enfoque de difusión o de adopción, también se indica el tipo de modelo, es decir, si es una propuesta concreta de modelo matemático o sistémico o sólo un marco conceptual, la última columna contiene las características más significativas de cada modelo.

Tabla 2.1 Teorías y modelos de aceptación analizados.

Modelo	Autores principales	Enfoque	Tipo	Características.
Teoría de la difusión de la innovación.	Everett Rogers 1962	Adopción	Marco Teórico.	Dos procesos de decisión: individual y organizacional. Proceso individual: Conocimiento, Convencimiento, Decisión, Implementación y Confirmación. Proceso organizacional: Priorizar la agenda, Contrastar, Redefinir/re-estructurar, Explicar y Rutina. Cinco grupos de adoptadores: innovadores, adoptadores tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados. Curva de adopción. Dos sistemas sociales: heterófilos y homófilos.
Teoría de acción razonada	Icek Ajzen y Martin Fishbein 1980	Psicológico	Marco Teórico	Desarrollado de la psicología social. Variables principales: normas subjetivas, actitud hacia el comportamiento. Se basa en el comportamiento humano y sus reacciones.
Teoría del comportamiento planeado	Icek Ajzen 1982	Psicológico	Marco Teórico	Adaptado de la TRA Variables principales: Norma subjetiva, actitud hacia el comportamiento y control conductual percibido. No toma en cuenta las presiones externas. Se ha empleado en estudios sobre comercio electrónico.
Modelo de Aceptación Tecnología	Fred Davis 1989	Adopción	Marco Teórico	Enfocado directamente hacia al área los sistemas de información. Variables principales: Utilidad percibida, Facilidad de uso percibida, Intención de uso. Adaptado de la TRA Modelo de Aceptación de la Tecnología ampliado (TAM2). Modelo altamente flexible para adaptarlo a cualquier ámbito de los sistemas de información.

2.3.1 Teoría de difusión de la innovación (IDT)

La Teoría de la Difusión de la Innovación de Everett Rogers es el principal marco teórico sobre el proceso de adopción de una innovación desde el punto de vista del usuario. Esta teoría se considera un modelo de adopción más que un modelo propiamente de difusión porque describe la conducta de adopción y el alcance es la decisión de adopción de los adoptadores potenciales.

La primera edición de su obra es el libro “*Difusión of Innovations*” se publicó en 1962, ésta y posteriores ediciones han sido ampliamente utilizadas en todo tipo de investigaciones. El hilo conductor de su teoría es que el cambio puede suscitarse con relativa facilidad en un sistema social por medio de un efecto dominó. Comprender este proceso y ser capaces de identificar el punto de inflexión, mejora la capacidad de tomar medidas eficaces para acelerar la difusión [6].

2.3.1.1 Proceso de decisión de la Innovación

Cuando Rogers se refiere al proceso de decisión, distingue entre la decisión de adopción de los individuos y de las organizaciones. En el modelo de Rogers, las decisiones de adopción, tanto individuales como organizacionales, se dividen respectivamente en cinco fases como se muestran en la Figura 2.3. En un sistema social, dado que las decisiones no son oficiales o colectivas, cada miembro del sistema social se enfrenta a su propia decisión de innovar.

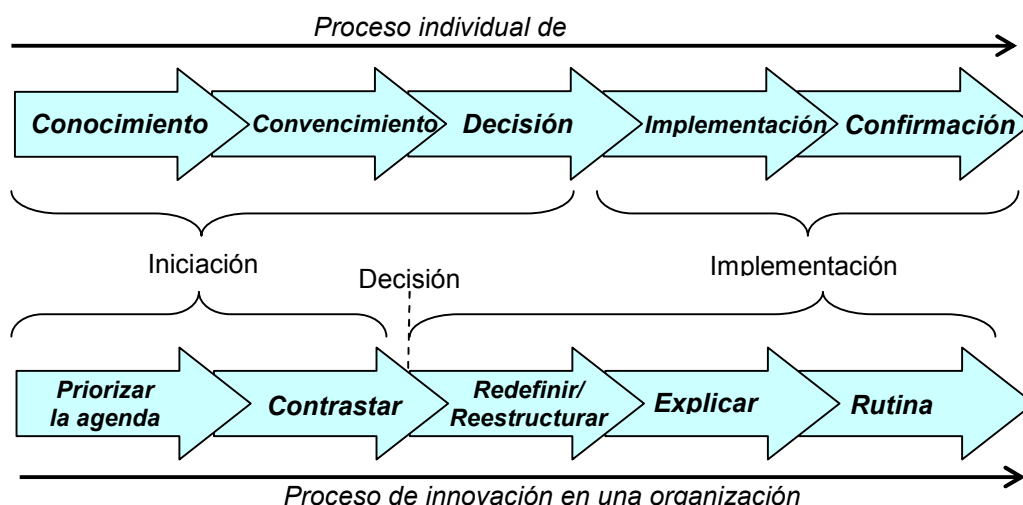


Figura 2.3 Proceso de decisión del Modelo de Rogers

Rogers sugiere que el modelo de adopción individual recorre cinco fases véase Tabla 2.2.

Tabla 2.2 Fases del modelo de adopción individual de Rogers.

Adopción Individual	
Fases	Descripción
Conocimiento	El individuo adquiere conocimiento acerca de una innovación y es receptivo a ella.
Convencimiento	En esta fase, el potencial adoptador se informa y evalúa las características de la innovación y toma una actitud favorable o desfavorable hacia ella.
Decisión	Sobre la base de la evaluación previa y si fuera posible una prueba de la innovación, se produce por parte del adoptador potencial la decisión de adoptar o rechazar, sin embargo, esta decisión no tiene por qué ser la definitiva.
Implementación	En esta fase se pone en práctica la innovación. A diferencia de las tres anteriores, al ser una ejecución de la decisión de adoptar, implica una modificación de la manera de actuar del adoptador.
Confirmación	Con ayuda de la revisión y evaluación de los resultados de la decisión tomada, el adoptador trata de confirmar la decisión, con un uso continuo o discontinuo de la innovación.

Por otro lado, desde el punto de vista de la organización, el proceso de innovación recorre también cinco fases (véase Tabla 3), agrupadas a su vez en otras dos fases, Iniciación (Priorizar la agenda y Contrastar) e Implementación (Redefinir/re-estructurar, Explicar y Rutina).

Tabla 2.3 Fases del modelo de adopción en una organización.

Adopción de la organización	
Fases	Descripción
Priorizar la agenda	Esta fase ocurre cuando se percibe la necesidad de una solución innovadora para resolver un problema de la organización. Consiste en identificar y priorizar las necesidades y problemas y en buscar innovaciones de utilidad potencial para hacer frente a los problemas. Esta fase puede durar varios años.
Contrastar	La innovación se enfrenta al problema a resolver. En esta fase experimental, cuanto mejor pueda una organización contrastar la innovación con el problema y analizar cómo encaja en la organización, mayor será la probabilidad de adoptar la innovación. Esta fase marca la frontera entre la iniciación y la implementación.

Redefinir/re-estructurar	En esta fase la organización y la innovación se ajustan mutuamente y va perdiendo su carácter ajeno. La innovación se reinventa para adaptarse a la organización y la organización adecua sus estructuras para que la innovación encaje. Esta fase proporcionalmente supone un período breve [7].
Explicar	Los miembros de la organización son informados del beneficio y uso de la innovación. Se aclara la razón de ser de la nueva idea entre los miembros de la organización.
Rutina	Esta fase ocurre cuando los miembros de la organización adoptan la innovación y la incluyen en su labor diaria. La innovación pierde su <i>status</i> singular según se convierte en rutina.

2.3.1.2 Categorías de adoptadores

La aportación más conocida de la Teoría de la Difusión de la Innovación es el establecimiento de diferentes categorías de adoptadores. Según Rogers los individuos no adoptan una innovación al mismo tiempo sino gradualmente e identifica básicamente cinco grupos de adoptadores: innovadores, adoptadores tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y rezagados [8]. Cada categoría obedece a una serie de características personales, socioeconómicas y educativas que les configuran como grupo diferenciado.

Los innovadores: son personas arriesgadas que les gusta estar a la vanguardia, importan la idea de fuera y la incorporan al sistema; imaginan sus posibilidades y están ansiosos de darle una oportunidad.

Los adoptadores tempranos: están más integrados en el sistema social que los innovadores. Utilizan los datos sobre la implementación y la confirmación de la innovación proporcionados por los innovadores para tomar sus propias decisiones de adopción. Si detectan que la innovación ha sido eficaz para los innovadores, se animarán a adoptarla. Este es un grupo respetado debido a que sus tomas de decisiones están bien fundamentadas y es en este grupo donde reside la mayoría de los líderes de opinión del sistema social. La mayoría social no tiene la capacidad de mantenerse al corriente de las novedades más recientes acerca de las innovaciones por lo que prefieren confiar en las decisiones tomadas por los líderes de opinión.

La adopción se convierte en una necesidad en función de que la implementación de las decisiones de innovación de los adoptadores tempranos tenga beneficios sociales y/o económicos. Esta mayoría del sistema social se subdivide en dos grupos.

La mayoría temprana: que acepta el cambio más rápidamente de lo que hace la media y que están influidos directamente por los líderes de opinión.

La mayoría tardía: más escéptica, que utilizará nuevos productos por la presión del entorno, solamente cuando la mayoría los esté utilizando porque su no adopción supone una pérdida de status o de capacidad económica.

Los rezagados: cuyo punto de referencia es el pasado y actúan con reservas en cuanto a la adopción, son críticos con las nuevas ideas y únicamente las aceptarán si son de consumo general o cuando se ha transformado en una tradición. Estos pueden ser o muy tradicionales o aislados en su sistema social. Si son tradicionales, desconfían de las innovaciones y a menudo interactúan con otros que también mantienen valores tradicionales. Si están aislados, su falta de interacción social reduce su conocimiento de los beneficios contrastados de una innovación.

Por lo tanto, la incertidumbre de los adoptadores potenciales sobre una innovación es atenuada con un proceso social gradual. El punto de inflexión está marcado por la adopción de los líderes de opinión. Los líderes de opinión, bien informados, comunican su aprobación o desaprobación de una innovación al resto del sistema social, sobre la base de las experiencias de los innovadores. La mayoría responde adoptando rápidamente. Este análisis sugiere que la difusión de una innovación depende de un aspecto muy concreto: si los líderes de opinión dan o no, fe pública de ella.

2.3.1.3 Curva de adopción

El proceso de adopción a lo largo del tiempo sigue una gráfica de distribución normal o campana de Gauss y el número acumulado de adoptadores sigue una curva en forma de S. El criterio para definirla, es lo que Rogers denomina *innovatividad (innovativeness)* y que define como el grado en que un individuo es relativamente prematuro para adoptar nuevas ideas con anterioridad a otros miembros de un sistema social [8]. Es una variable continua cuya magnitud es relativa, es decir, que una persona tiene más o menos que en relación con otros en un sistema. La variable *innovatividad* se divide en las cinco categorías de adoptadores a partir de la desviación estándar (σ) y del tiempo medio de adopción ($\bar{x}$). El modelo muestra que al principio muy pocos innovadores adoptan la

innovación (2.5%), los adoptantes tempranos que componen el 13.5% un poco más tarde, la mayoría temprana el 34%, la mayoría tardía el 34% y después de algún tiempo, finalmente los rezagados que forman el 16% (véase Figura 2.4). La curva de adopción de innovaciones de Rogers ayuda a recordar que es inútil intentar convencer de una nueva idea rápida y globalmente. Es mejor comenzar convenciendo primero a los innovadores y a los adoptantes tempranos. Igualmente los porcentajes pueden ser utilizados como primer bosquejo para estimar el grupo objetivo para los propósitos de comunicación de una innovación.

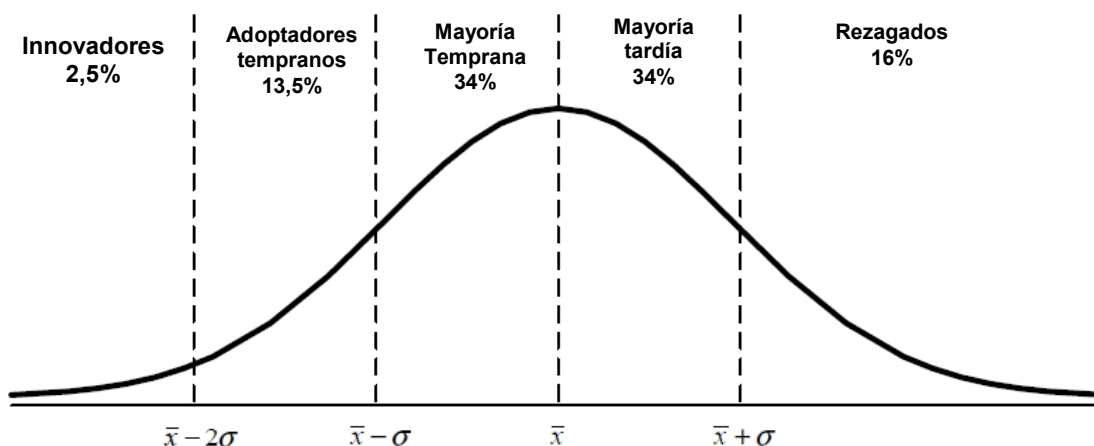


Figura 2.4 Curva de adopción de innovaciones de Rogers.

2.3.1.4 Caracterización de los sistemas sociales

Rogers clasifica a los sistemas sociales en dos clases: *heterófilos* (*heterophilous*) u *homófilos* (*homophilous*) [8]. Por un lado, los sistemas sociales *heterófilos* tienden a promover el cambio de las normas del sistema. En ellos, hay una mayor interacción entre personas de diferentes orígenes, lo que implica un mayor interés a estar expuesto a nuevas ideas. Estos sistemas tienen un liderazgo de opinión que es más innovador y por lo tanto, estos sistemas están abiertos a la adopción.

Los sistemas sociales *homófilos* tienden a mantener las normas del sistema. La mayoría de las interacciones dentro de ellos es entre personas con antecedentes similares. Las personas e ideas que difieren de la norma son vistas como extrañas e indeseables. Estos sistemas tienen un liderazgo de opinión que no es muy innovador porque estos sistemas son contrarios a la innovación. En los sistemas *heterófilos*, si los líderes de opinión está convencidos de adoptar una innovación, el resto se mostrará dispuesto a aprender y adoptarla. El efecto dominó se iniciará con interés en lugar de con resistencia. Por el contrario, fomentar la adopción de una innovación en los sistemas *homófilos* es una tarea

mucho más difícil. El objetivo debe ser un grupo de líderes de opinión más amplio, incluidos algunos de los menos populares, ya que las innovaciones tienen menor probabilidad de difundirse. Los líderes de opinión que adoptan innovaciones en los sistemas *homófilos* tienen más probabilidades de ser considerados como sospechosos y/o de ser apartados de su liderazgo. A menudo, en los sistemas *homófilos*, los líderes de opinión evitan la adopción de innovaciones con la intención de preservar su liderazgo.

Se debe transmitir a los líderes de opinión un argumento convincente a favor de la innovación que enfatice la compatibilidad de la innovación con las normas del sistema. Everett Rogers concluye que se debe abandonar las ideas preconcebidas según las cuales se adoptan las innovaciones que suponen algún grado de mejora en cuanto a eficiencia y que aquellas que no lo comportan son abandonadas. La realidad es mucho más compleja. Para ser adoptada, una innovación no sólo tiene que ser mejor que lo existente, además, debe ser integrable en la cultura de aquellos que la van a adoptar. Es decir, ninguna idea, ningún protocolo o ninguna tecnología serán adoptados si no encuentra un vínculo con la cultura de sus potenciales adoptadores.

En conclusión, aunque la Teoría de la Difusión de la Innovación de Rogers es un buen punto de inicio para el modelado de la difusión del proceso de innovación, ésta se basa en la suposición de que los miembros de la organización pueden elegir libre e independiente la adopción de una innovación. Con los sistemas informáticos de gestión estratégica, normalmente hay poca libertad de elección y la adopción es inevitable. Sin embargo, como funciona de manera natural este proceso de adopción es significativo, porque se trata de un fuerte determinante del comportamiento organizacional.

2.3.2 Teoría de Acción Razonada (TRA)

La Teoría de Acción Razonada desarrollada por Fishbein y Ajzen ha sido ampliamente investigada en la psicología social y hace referencia al funcionamiento del comportamiento específico de una persona está determinado por la intención de realizar tal comportamiento y la intención que son determinadas por actitudes y normas subjetivas [9]. En esta teoría se utilizan como principales variables dependientes, la intención de comportamiento, el comportamiento, como principales variables independientes, la actitud hacia el comportamiento y las normas subjetivas (véase Figura 2.5).

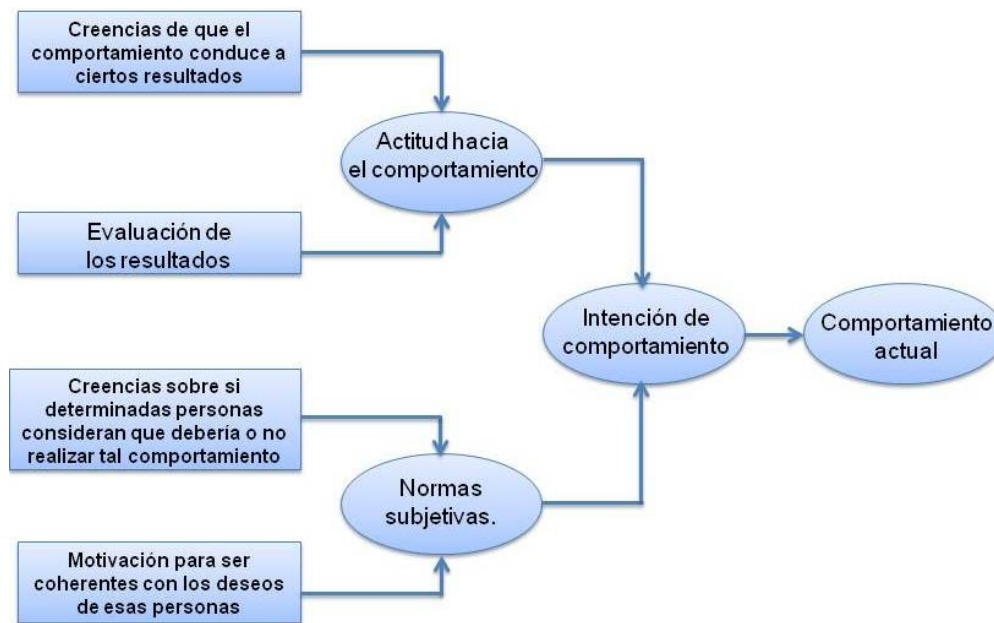


Figura 2.5 Teoría de Acción Razonada desarrollada por Fishbein y Ajzen (1980).

Esta teoría sostiene que la conducta humana se encuentra bajo el control del sujeto y en consecuencia, puede ser pronosticada a partir de la declaración de intenciones por parte de un individuo de efectuar o no un comportamiento determinado, así mismo, la intención conductual depende directamente de dos factores: un factor personal o actitud hacia la conducta que representa la evaluación individual (positiva o negativa) de realizar una acción; y un factor social o norma subjetiva que es la percepción personal de las presiones sociales que fuerzan a llevar a cabo o no esa acción.

Las actitudes, por su parte, se explican atendiendo a la información poseída por el individuo que conforma sus creencias sobre las consecuencias que tiene el efectuar una determinada conducta. Las actitudes no solo dependen de las creencias, sino también de la evaluación que la persona realiza de cada una de dichas creencias conductuales. Así pues, la fuerza de cada creencia (grado de certeza con que se mantiene) se multiplica por la intensidad de carácter positivo o negativo del resultado de la conducta y la suma de todos los productos da lugar a la actitud.

En cuanto a normas subjetivas se refiere, éstas pueden ser estimadas indirectamente a partir de dos componentes principales: en primer lugar, la base informativa del individuo que establece las creencias normativas o creencias acerca de cómo otros grupos de personas o instituciones (referentes) piensan que la persona debería comportarse; en

segundo lugar, la motivación del sujeto para acomodarse a las directrices. Al igual que en el caso de las actitudes, cada creencia normativa se multiplica por la motivación a seguir esa opinión [10].

Esta teoría ha sido utilizada en múltiples investigaciones que buscan entender el porqué de un determinado comportamiento en las personas y empresas. Trabajos como los de García (2007) y Herrero (2005), buscaban establecer las razones que llevan a un grupo de personas a adquirir productos a través de protocolos móviles, en cuanto a la primera investigación y a establecer los procesos de adopción de Internet como nueva tecnología de venta en las empresas para el caso del segundo trabajo.

Por otra parte, Ramayah (2009) utilizó este modelo para explicar la intención de uso de Internet en la compra y venta de acciones por parte de inversores malasio y Marshall (2009), buscaba explicar mediante esta teoría, prácticas medio-ambientales en la industria del vino en Estados Unidos y Nueva Zelanda.

A pesar de las numerosas aplicaciones y estudios que se han realizado con base en la TRA, ésta ha sido sujeta a múltiples críticas, dentro de las cuales se pueden citar como las relevantes las siguientes:

- La teoría presenta debilidades en la predicción de comportamientos habituales en los cuales generalmente el proceso de decisión no es consciente (Kahle y Beatty, 1987).
- Las actitudes desarrolladas actúan como determinantes de la intención de comportamiento, las cuales pueden verse afectadas por la autoconciencia, es decir, la capacidad de ser consciente de los propios pensamientos y sentimientos (Milles y Grush, 1986).
- Cuando un individuo se forma una específica intención de actuar, que en teoría es libre, en la práctica tal intención está limitada por diversos factores como por ejemplo, el tiempo y el entorno en el cual se desenvuelve dicha persona (Ajzen y Fishbein, 1977).

Las limitaciones que presenta esta teoría buscan ser solventadas mediante el planteamiento de la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB) de Ajzen.

Concluyendo, un individuo tendrá la intención de realizar una conducta dada cuando posee una actitud positiva hacia su propio desempeño en la misma y cuando cree que sus referentes sociales significativos piensan que debería llevarla a cabo. Dada una alta correlación entre la intención de realizar una conducta y el comportamiento real, los dos componentes de la teoría podrían predecir la conducta e informar sobre los determinantes de la misma [10].

2.3.3 Teoría del Comportamiento Planeado (TPB)

Otra de las teorías que pueden llegar a explicar la aceptación de una determinada tecnología es la Teoría del Comportamiento Planeado (TPB) desarrollada por Ajzen. Esta teoría es una extensión de la TRA y establece que el comportamiento de un individuo se puede explicar por su intención de comportamiento que es comúnmente influenciada por actitudes, normas subjetivas y una nueva variable que el autor agrega llamada control del comportamiento percibido. Ajzen plantea que la actitud de una persona se puede entender como un concepto positivo o negativo acerca de un determinado comportamiento que se haya percibido con anterioridad, que las normas subjetivas se forman según creencias normativas y la motivación de cumplir y finalmente, en cuanto al control del comportamiento, éste depende de las creencias acerca de la posesión del individuo de oportunidades y recursos para llevar a cabo dicho comportamiento [11].

Según la TPB, la acción humana es conducida por tres clases de consideraciones:

- Creencia de comportamiento: son creencias referidas a las consecuencias probables del comportamiento.
- Creencias normativas: son creencias referidas a las expectativas normativas de otros.
- Creencias controladas: son creencias sobre la presencia de factores que pueden facilitar o pueden impedir, el desempeño del comportamiento.

Estas tres consideraciones de Ajzen son cruciales en circunstancias/proyectos/programas cuando se necesita cambiar el comportamiento de la gente. En esta teoría se utilizan

como principales variables independientes la intención de comportamiento, el comportamiento y como principales variables independientes, la actitud hacia el comportamiento, las normas subjetivas y la percepción de control del comportamiento (véase Figura 2.6).

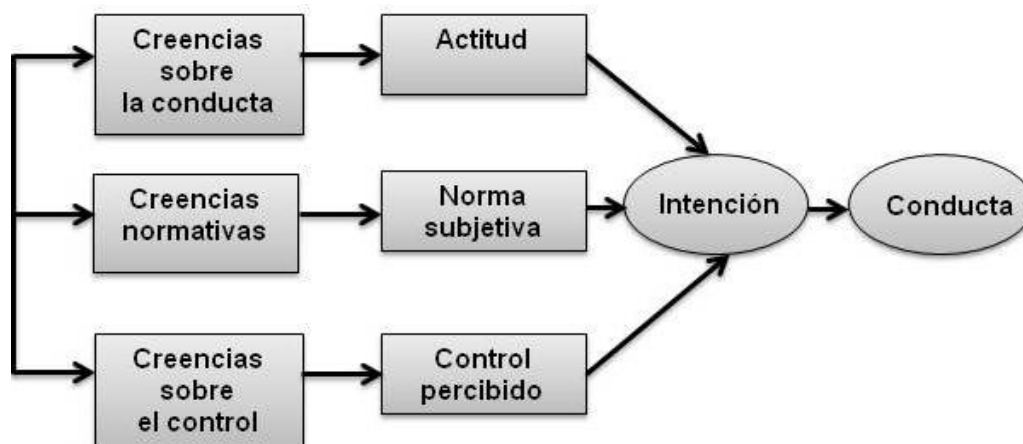


Figura 2.6 Teoría de Comportamiento Planeado desarrollada por Ajzen, intenta solucionar las debilidades que presenta la Teoría de Acción Razonada.

En sus agregados respectivos, las creencias de comportamiento producen una actitud favorable o desfavorable sobre el comportamiento, las creencias normativas resultan en la presión social percibida o la norma subjetiva y las creencias de control dan lugar al control del comportamiento percibido. En combinación, la actitud hacia el comportamiento, la norma subjetiva y la percepción de comportamiento controlado, conducen a la formación de un comportamiento, intencional. Como regla general, si la actitud y la norma subjetiva son más favorables, el control percibido será mayor y la intención de la persona a realizar un comportamiento en particular será más fuerte [12].

Este modelo ha sido utilizado en diversos estudios relacionados con el comercio electrónico, dentro de ellos se puede mencionar los trabajos realizados por Herrero y Rodríguez (2008) y East (1993). En el primero de estos trabajos se buscaba explicar el comportamiento de compra por Internet mediante la utilización de un modelo que estaba basado precisamente en la TPB, el segundo de los estudios se pretendía determinar el efecto que la capacidad de innovación tiene sobre la adopción del comercio electrónico B2C, el último de los estudios buscaba explicar las diferentes decisiones de inversión tomadas por compañías británicas, mediante la utilización de esta teoría.

A pesar de la gran cantidad de autores que han respaldado la validez de esta teoría, ha sido también objeto de diversas críticas que hacen referencia tanto a aspectos conceptuales como metodológicos. Entre estas críticas cabe destacar las referidas a la debilidad de la relación entre los determinantes de la intención (actitud, norma subjetiva y control percibido) y las estructuras de creencias. En particular, se han aducido dos limitaciones básicas en este sentido. Por una parte, los conjuntos de creencias pueden no estar consistentemente relacionados con la actitud, la norma subjetiva o el control percibido sobre el comportamiento (Bagozzi, 1981, 1982; Miniard y Cohen, 1979, 1981; Shimp y Kavas, 1984). En segundo lugar, el carácter idiosincrásico de los grupos de creencias (Ajzen y Fishbein, 1980) y la dificultad para determinar cuáles son los relevantes en diferentes contextos, hacen difícilmente aplicables estos modelos (Berger, 1993; Taylor y Todd, 1995).

2.3.4 Modelo de Aceptación de la Tecnología (MAT)

El MAT (*Technology Acceptance Model, Modelo de Aceptación de la Tecnología*) es uno de los modelos de aceptación y uso individual de tecnologías más ampliamente empleados en los últimos años. El modelo fue inicialmente desarrollado en los años 80 y desde que fuera propuesto por Fred Davis en el año 1985 en su tesis doctoral titulada *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results, Un modelo de aceptación de tecnología para probar empíricamente nuevos usuarios finales de sistemas de información: teoría y resultados*, defendida en la Sloan School of Management del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) ha sufrido diversas ampliaciones teóricas así mismo ha servido como un autentico inspirador de la creación de otros modelos sobre este tema, la aceptación tecnológica [13].

Este modelo se mantiene en la línea de la tradición de investigaciones previas de los sistemas de información que buscan la identificación de los atributos que conducen al éxito de los sistemas de información en las empresas, tomando como medida la satisfacción de los usuarios [14].

De los modelos presentados en este capítulo sobre difusión y adopción de innovaciones, el MAT es el que mantiene un debate más intenso y es por ello que se ha tomado como base para diversas investigaciones que se han realizado en esta área. Una de las principales medidas del éxito de una implementación de las tecnologías de la información es alcanzar el nivel de uso previsto y el uso de un sistema es el indicador de la aceptación de la tecnología por parte de los usuarios. El núcleo del modelo es simple y después de

distintas evoluciones se reduce a tres variables que influyen en la adopción individual de una nueva tecnología: la Utilidad percibida, la Facilidad de uso percibida y la Intención de uso. En este apartado se profundiza en el MAT para ello se detalla el modelo original y se presentan los principales desarrollos posteriores que se han realizado tomando como base este modelo.

2.3.4.1 Modelo de Aceptación de la Tecnología original

De los modelos más utilizados y empleados con éxito en muchas investigaciones de campo destaca el modelo de aceptación tecnológica (MAT). Davis desarrolló este modelo con base en la Teoría de Acción de la Razón (TRA) de Ajzen y Fishbein. El MAT fue especialmente diseñado para predecir la aceptación de los sistemas de información por los usuarios en las organizaciones y establece que el uso de una tecnología o de una innovación informática está determinado por la intención de uso de dicha tecnología por lo cual este modelo considera que la aceptación individual de una tecnología informática se basa en cuatro variables: la Utilidad percibida, la Facilidad de uso percibida, la Actitud hacia el uso de la tecnología y la Intención de uso.

La **Utilidad percibida** se define como el grado en que una persona piensa que su rendimiento mejorará con el uso de un sistema determinado y la **Facilidad de uso percibida** es el grado en que un individuo cree que el uso de la tecnología está libre de esfuerzo. El modelo establece que ambas variables determinan directamente la adopción. Este modelo sugiere también, que la Facilidad de uso percibida influye a su vez en la Utilidad percibida, debido a que las tecnologías que son fáciles de usar pueden ser más útiles. De hecho, el esfuerzo que se ahorra debido al fácil uso de los sistemas se puede redirigir a realizar otro trabajo con el mismo esfuerzo total. Igualmente, cuanto más sencillo es interactuar con un sistema, mayor será el sentido de eficacia, es decir aumentará la *autoeficacia* [15].

A su vez, la **Actitud hacia el uso** de la tecnología es la reacción emocional (gusta o no) ante el uso de un sistema específico. Esta actitud se ve condicionada tanto por la Utilidad percibida como por la Facilidad de uso percibida. Y como se ha indicado, tanto la Utilidad percibida como la Actitud hacia el uso de la tecnología influyen positivamente en la Intención de uso que, a su vez, predice el Uso de la tecnología. La Facilidad de uso percibida tiene un efecto indirecto sobre la Intención de uso de un individuo a través de la

Utilidad percibida y de la Actitud hacia el uso de la tecnología. El modelo se muestra en la Figura 2.7.

Un rasgo de este modelo es la no inclusión de la norma subjetiva como determinante directo en la intención de conducta. De este modo, si bien se reconoce la importancia de la influencia social, se evita su inclusión en el modelo, dado los problemas teóricos y psicométricos de su conceptualización en la TRA y se considera que el efecto de los grupos de referencia se refleja de forma indirecta a través de las actitudes como lo establece Kelman [16] [17]. Diversas investigaciones (Yeaman 1988; Davis, Bagozzi y Warshaw, 1989; Mathieson, 1991) respaldan este postulado al no observar un efecto significativo de la norma subjetiva sobre la intención de conducta, hecho que Davis, Bagozzi y Warshaw justifican por la debilidad psicométrica de esta variable. En esta línea, sobre la base de las aportaciones de Kelman distintos autores (Malhotra y Galletta, Venkatesh y Morris) incorporan la influencia social al MAT.

Por otra parte, la incidencia de la utilidad y la facilidad de uso percibidas en una innovación tecnológica sobre las actitudes hacia la misma se basan en la asunción de la TRA de que las actitudes hacia una conducta están determinadas por las creencias relevantes [18]. En este sentido, la principal diferencia entre la TRA y el MAT es que, mientras que en la primera las creencias salientes varían en cada contexto, en el MAT la utilidad y facilidad de uso percibidas se postulan a priori y se consideran variables independientes y determinantes generales de la actitud. Con esto se supera una de las principales debilidades de los modelos de comportamiento basados en las actitudes que radica en la dificultad para identificar las creencias relevantes en distintos contextos.

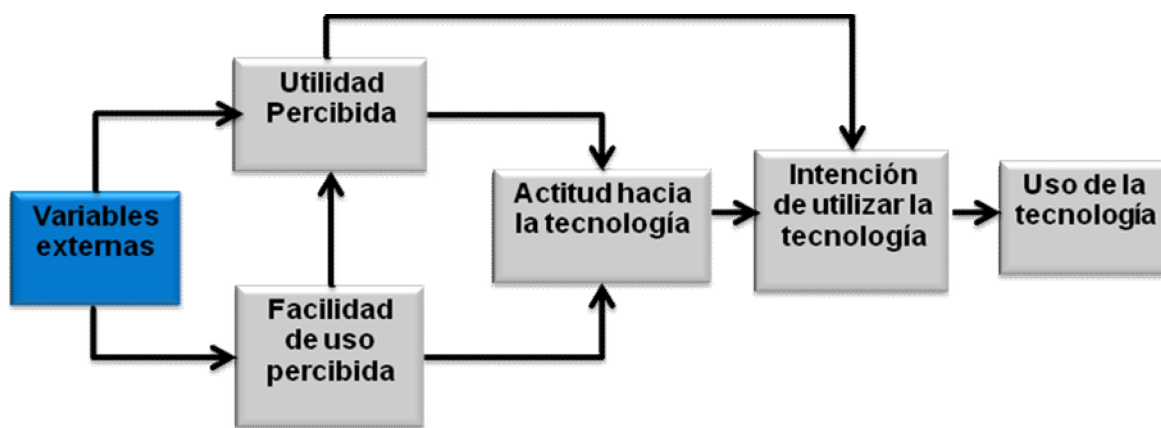


Figura 2.7 Modelo de Aceptación Tecnológica original.

Aunque el MAT ayuda a conocer si una tecnología será utilizada de manera óptima, es necesario identificar las variables externas que influyen de manera directa en la utilidad y la facilidad de uso percibidas por los usuarios de las nuevas tecnologías y determinar la relación que guardan con el resultado del uso de estas tecnologías, por medio de esta influencia directa en ambas percepciones, las variables externas participan de forma indirecta en la actitud hacia el uso, la intención conductual para usar y la conducta de uso real[19].

Tanto las variables externas como la Utilidad percibida y la Facilidad de uso percibida son significantes, estas dos últimas tienen particular importancia para explicar el comportamiento de la Intención de uso de los sistemas de información y la comprensión de estas dos variables permite el diseño de intervenciones efectivas para aumentar el uso de nuevos sistemas informáticos [20].

2.3.4.2 Extensiones del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT)

El MAT original identifica a la utilidad percibida y la actitud como factores determinantes directos de la intención de uso, consecuentemente se han realizado diversas investigaciones que postulan diferentes factores determinantes adicionales que parecen tener una influencia directa sobre el comportamiento de los usuarios.

A continuación se citan brevemente las principales investigaciones que se han realizado con el objetivo de encontrar factores que influyen en las variables del modelo original y en consecuencia afectan la aceptación de las tecnologías por lo usuarios.

Determinantes de la intención de uso y actitud

Varios autores han aportado importantes investigaciones, algunos de ellos que se han dado a la tarea de investigar las determinantes que influyen directamente en la intención de uso y la actitud son los siguientes:

a) Hu, Lin y Chen examinaron la influencia de la norma subjetiva sobre la intención y la conducta mientras que Chau y Hu encontraron que la norma subjetiva no es significativa sobre la intención y la conducta [21], [22].

Hu encontró que la disponibilidad, es decir, la percepción de que la tecnología estará disponible para usarse, no es un determinante significativo de la intención de uso.

b) Huang, Moon y Kim examinaron la influencia de la alegría percibida, Huang encontró que la alegría percibida no es significativa, mientras que Moon y Kim encontraron que si era importante [23], [24].

c) Gong, Yu y Xu aplicaron la autoeficacia informática sobre la intención de uso en oposición a la facilidad de uso percibida y encontraron que es un factor determinante en la aceptación [25].

d) Mathieson, Peacock and Chinn agregaron al modelo la variable recursos percibidos y la definieron como *la medida en que un usuario cree que cuenta con los recursos personales y organizacionales para utilizar una tecnología*, encontraron que es significativa [26]. En la Tabla 2.4 se resumen los hallazgos más importantes en este aspecto del MAT.

Tabla 2.4 Determinantes de la intención de uso.

Autor	Variable	Hallazgo
Chau y Hu (2002)	Control del comportamiento	Significante
Gong et al (2003)	Autoeficacia informática	Significante.
Hu et al (2005)	Disponibilidad	Significante.
Huang(2005); Moon & Kim (2001)	Alegría percibida	No significativa.
Mathieson et al. (2004)	Recursos percibidos.	Significante
Van der Heijden (2004)	Disfrute percibido	Significante.

Además de la utilidad percibida, la facilidad de uso percibida y la disponibilidad que han influido son la intención de uso se han demostrado factores determinantes que influyen sobre la actitud. La Tabla 2.5 resume estos hallazgos.

Tabla 2.5 Determinantes de la Actitud.

Autor	Variable	Hallazgo
Shih (2004)	Relevancia	Significante.
Huang (2005); Moon & Kim (2001)	Alegría percibida	Significante.

Variables externas de la utilidad y facilidad de uso.

En un estudio posterior Davis y sus colaboradores encontraron que uno de los propósitos del MAT es el de servir como punto de partida para examinar el impacto que las variables externas puedan tener en la intención del comportamiento. En consecuencia, numerosos estudios se han realizado para proponer extensiones del MAT para incluir una amplia gama de influencias externas [18]. Además de la facilidad de uso percibida del modelo básico, varios autores se han dado a la tarea de encontrar variables externas que influyan directamente sobre la utilidad percibida, se han tomado aspectos como el riesgo, la eficiencia, la incertidumbre, rendimiento entre otras, todas ellas se han encontrado significantes a la hora de integrarlas al modelo original. La Tabla 2.6 resume estos trabajos que ya han sido probados.

Tabla 2.6. Variables externas de la utilidad percibida.

Autor	Variable
Amoako-Gyampah et al. (2004)	Creencias
Chan & Lu (2004)	Riesgo percibido
Chau(2001)	Actitud del equipo
Liaw & Huang (2003); Yi & Hwang 2003)	Disfrute percibido
Hu et al. (2005)	Eficiencia ganada
Hong et al.(2001); Shih (2004)	Relevancia

Otros estudios encontraron variables externas que tienen impacto significativo sobre la facilidad de uso como lo son: creencias compartidas en los beneficios, conocimiento del dominio y experiencia computacional individual se analizaron otras variables como recursos percibidos y actitud del equipo que resultaron no ser factores determinantes de la facilidad de uso percibida [27]. En la Tabla 2.7 se resumen estos trabajos.

Tabla 2.7. Variables externas de la facilidad de uso.

Autor	Variable	Hallazgo
Amoako-Gyampah (2004)	Creencias	Significante.
Chau (2001)	Actitud del equipo.	No significativa.
Hong et al. (2001-2002)	Conocimiento del dominio	Significante.

Liaw & Huang (2003)	Experiencia computacional individual	Significante.
Mathieson et al. (2001)	Recursos percibidos	No significativa.

2.3.4.3 Aplicaciones del Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT)

La popularidad de la MAT original se puede ver en los numerosos estudios que han realizado para evaluar la aceptación de los usuarios de diferentes tecnologías. Se han propuesto varias extensiones de este modelo para adaptarlo al contexto que se desea estudiar. A continuación se detallan dos investigaciones que han aportado información importante, la primera de estas investigaciones es una de las primeras extensiones que se desarrollaron enfocada hacia los sistemas ERP, la segunda investigación de reciente creación es una extensión orientada hacia las redes sociales virtuales, por último se presenta una tabla con las aportaciones más importantes encontradas en la literatura.

Uno de los primeros y más destacados trabajos cuyo objetivo era proponer una extensión del MAT fue el realizado por Amoako-Gyampah y Salam, ellos ampliaron el Modelo de Aceptación Tecnológica específicamente para implementaciones de sistemas ERP. Los autores sostienen que este tipo de aplicaciones tienen un impacto grande en una organización y que debe tenerse en cuenta las aportaciones de la gestión del cambio.

Amoako-Gyampah y Salam consideran que lo que permite a los miembros de una organización alinearse con la nueva estrategia es que tengan un sentimiento compartido en los beneficios de un sistema de información y construyen el modelo entorno a la variable intermedia *Creencia compartida en los beneficios del sistema* que refleja la visión común de los beneficios del sistema ERP entre los usuarios del sistema. El modelo se completa con otras dos variables importantes, reconocidas en la investigación en Sistemas de Información, que son la *Formación* y la de *Comunicación* del proyecto, como dos factores externos que afectan a las variables del núcleo de MAT a través de dicha variable *Creencia compartida en los beneficios del sistema*, como se representa en la Figura 2.8.

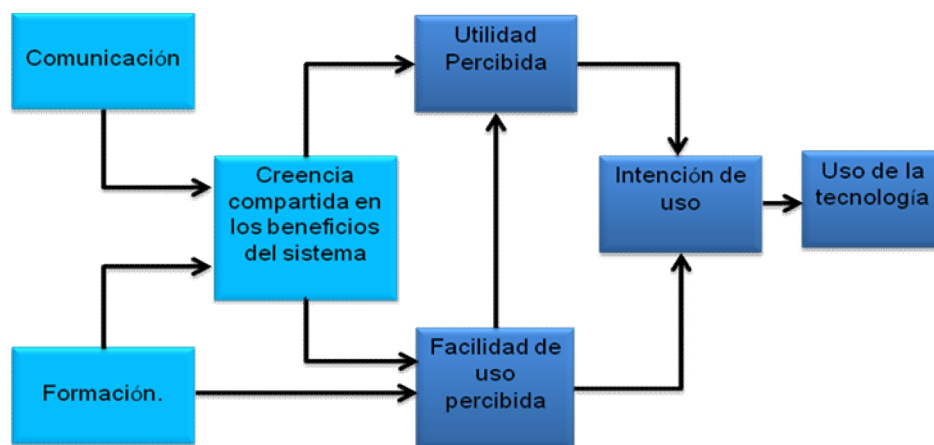


Figura 2.8.- Extensión del MAT enfocada a los sistemas ERP.

La variable *Creencia compartida en los beneficios del sistema* posibilita que los usuarios puedan entender las diferentes maneras en que el sistema ERP será productivo. La *Formación* proporciona el mecanismo práctico que permite a los usuarios del sistema ERP explorar el sistema tanto desde el punto de vista técnico como funcional, es decir, permite a los usuarios explorar la *Facilidad de uso* percibida del sistema. La *Comunicación* está considerada como el elemento crítico que permite a las personas cambiar sus actitudes y comportamiento [20].

Con la llegada de las redes sociales y su popularización ha surgido la necesidad de analizar la adopción y uso de las redes sociales virtuales por parte de los usuarios con el fin de ofrecer información importante a las empresas para adoptar esta innovación y poder mejorar sus decisiones de gestión; en consecuencia se desarrolló recientemente una extensión del MAT orientada a las redes sociales en la Universidad de Castilla-La Mancha en Albacete España por Carlota Lorenzo (véase Figura 2.9).

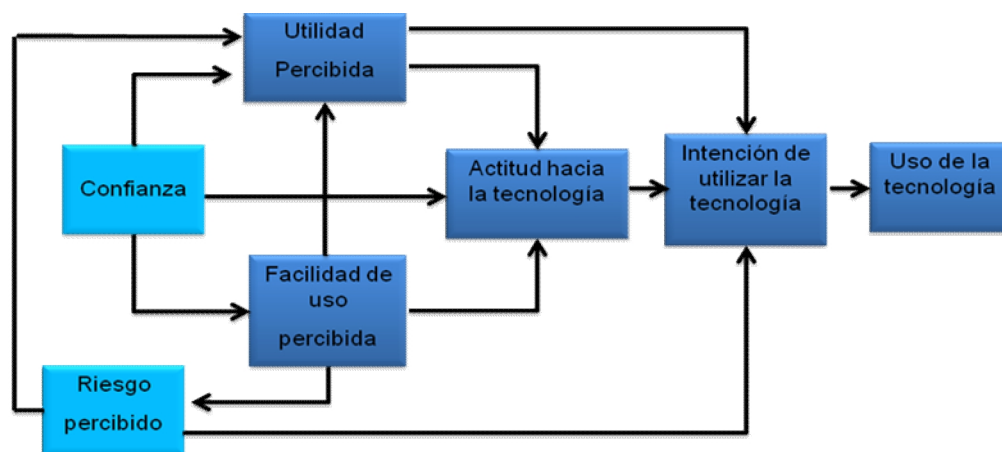


Figura 2.9.- Extensión del MAT de reciente creación enfocada a las redes sociales.

En esta nueva extensión se integran como variables externas la confianza y el riesgo percibido, ya que ambas variables son esenciales cuando la incertidumbre está presente, como lo es el caso de los entornos online. La importancia de los efectos de la confianza se incrementa ante situaciones de mayor riesgo percibido como las caracterizadas por la ausencia de contacto físico. Así, en una situación con una mayor incertidumbre, como pueden ser los entornos online, el efecto que tiene la confianza sobre la intención de uso es significativamente mayor. Por lo tanto, la confianza hacia un sitio Web es importante para atraer a nuevos usuarios, lo que afectará a la aceptación y al uso posterior, tanto en ambientes económicos como sociales, entonces la confianza es un determinante indirecto de la intención de uso y ejerce un efecto directo a través de la actitud. Debido a que los usuarios consciente o inconscientemente, perciben riesgo cuando evalúan la adición y/o el uso de los servicios online, es por esto que, se integra la variable riesgo percibido [28].

Estas dos investigaciones hacen ver que el MAT es un modelo que goza de mayor reconocimiento en la literatura sobre aceptación tecnológica y que actualmente se sigue empleando para evaluar el comportamiento de los usuarios ante nuevas tecnologías ya que ha mostrado ser un modelo teórico sólido. En la Tabla 2.8 se resumen algunas investigaciones en las cuales se ha aplicado el MAT.

Tabla 2.8. Aplicaciones del MAT.

Autor	Campo de estudio	Tamaño de la muestra
Amoako-Gyampah et al. (2004)	Sistemas ERP.	409 usuarios
Chau (2001)	Telemedicina.	408 médicos
Gong et al.(2004)	e-learning	152 profesores.
Moon &Kim (2001)	World Wide Web	152 estudiantes.
Hong et al. (2001-2002)	Biblioteca digital.	585 estudiantes.
Liaw &Huang (2003)	Motores de búsqueda	114 estudiantes de medicina.
Yi & Hwang (2004)	Sistemas de información basados en Web.	109 estudiantes.
Lorenzo & Alarcón (2010)	Redes sociales.	399 usuarios.

2.4 Justificación del MAT

Como se comentó anteriormente, MAT es uno de los modelos más referidos en los últimos años y está en permanente debate. Así mismo es un buen ejemplo de la manera o de la forma en que se han desarrollado extensiones de este modelo y de cómo se han aplicado.

Una de las principales diferencias entre el MAT con respecto a la TRA y TBP, es que, estos se originan de la psicología social y están diseñados para explicar casi cualquier comportamiento humano, en cambio el MAT se centra exclusivamente en el uso de innovaciones tecnológicas y parece, a priori, más adecuado para analizar este tipo de conductas. Se observa que el MAT resulta de fácil implementación y explica mejor la intención de conducta que la TB; por otra parte, la Teoría de la Difusión de innovaciones, aunque es una teoría bastante estructurada, tiene una base psicológica y explica cómo se lleva a cabo el proceso del cambio social de cualquier innovación no solamente tecnológica.

En la Tabla 2.9, se muestra una síntesis de los cuatro modelos vistos, en donde se describen sus diferencias tomando en cuenta cuatro criterios: marco referencial, naturaleza, estructura y connotaciones prácticas.

En relación con el marco de referencia, se considera el origen conceptual del modelo y la vinculación o dependencia teórica de ideas y propuestas. En cuanto a su naturaleza, se comparan las características en las que se basa el modelo para explicar el proceso de adopción, es decir, si éste se basa en explicaciones psicológicas, psicosociales o socioculturales. El tercer criterio comparativo es la estructura del modelo, es decir, sus elementos constitutivos, fases, etapas, pasos y el ordenamiento lógico conducente al cambio. El último criterio recoge ideas acerca del potencial aplicativo y/o contribuciones a la dinámica del desarrollo personal o social.

Tabla 2.9.- Síntesis comparativa de los modelos mostrados anteriormente.

Modelo	Marco de Referencia	Naturaleza	Estructura	Connotaciones prácticas.
MAT	Su propósito es la predicción de la adopción de los sistemas de información así como el diagnóstico de problemas de diseño. Se basa en los indicadores a) la facilidad de uso b) utilidad percibida. Este modelo pone en tela de juicio algunas de las variables tradicionalmente estudiadas por otros modelos y justifica su postura con el respaldo de abundante material empírico.	Es una aproximación novedosa orientada hacia la consideración de la dinámica de cambio, aunque referida con exclusividad al ámbito tecnológico. No obstante constituye un reto teórico y empírico que todavía debe seguirse explorando.	Este modelo no especifica etapas ni fases que deban de cumplirse para asimilar el cambio, su propósito principal es la predicción de la aceptación de la innovación tecnológica por lo que su interés está centrado en la exploración de las variables con dicho fin.	El MAT ha demostrado una gran aplicabilidad en el desarrollo de pautas para la introducción de sistemas tecnológicos en empresas de toda índole y en el manejo de las resistencias a su utilización regular.
TRA	Parte del supuesto que los seres humanos son capaces de procesar la información que ellos mismos generan para tomar decisiones relevantes.	Según esta teoría, el cambio podría producirse cuando la actitud para cambiar se establece por la existencia de una creencia acerca de lo que dicha conducta podría generar. Si la persona cree que el cambio puede ser beneficioso, entonces se inclinara mas a	La estructura del modelo hace referencia a las relaciones entre las intenciones actitudes y creencias.	Esta teoría ha probado ser aplicable a un sin número de aspectos que involucran el cambio de actitudes en el ámbito de la salud y particularmente en el comportamiento del consumidor.

		adoptarlo. El enfoque es fundamentalmente psicológico por el papel que se le asigna a las variables intrapersonales.		
TBP	Cuando la conducta de cambio no parece estar bajo el control voluntario se caracteriza por su espontaneidad o impulsividad, Ajzen sugirió la TBP para explicar lo que la TRA explica con el comportamiento voluntario. Esta propuesta puede considerar una extensión o complemento de la TRA. El autor introduce la variable “control conductual percibido” factor que junto con la norma subjetiva y la actitud, afectan la intención de comportarse y el comportamiento mismo.	La naturaleza de esta teoría es similar la TRA descrita anteriormente, pues ambas tienen un origen común y variables y nociones compartidas.	La estructura de esta teoría enfatiza elementos constitutivos: a) las creencias sobre las consecuencias de la conducta de cambio y las evaluaciones que sobre ella se hacen b) las creencias sobre las normas y motivaciones que regulan el comportamiento c) las creencias acerca de los aspectos que pueden facilitar o interferir la conducta de cambio y su poder percibido.	La aplicabilidad de la TCP es similar a la de la TRA.
IDT	Se define como un proceso a través del cual se genera una alteración en la estructura y funcionamiento del sistema social. Cuando se inventan nuevas ideas, se difunden y se adoptan o rechazan con ciertas consecuencias, el cambio social ocurre.	De acuerdo con esta teoría constituye una forma de comunicación en la que, lo que se comunica son básicamente “nuevas ideas”, es decir, la novedad de la idea se constituye en la cualidad de la difusión, cualidad que aporta al proceso ciertos grados de incertidumbre y riesgo que deben ser enfrentados, de esta manera, la difusión se entiende como el proceso a través del cual una innovación es comunicada a través de ciertos canales, a lo largo del tiempo, entre los miembros de un sistema social.	Esta teoría está conformada por cuatro elementos constitutivos a) la innovación propiamente dicha, b) los canales de comunicación, c) el tiempo en el que dicho proceso de difusión tiene lugar y d) el sistema social que recibe dicha difusión.	Esta teoría se aplicó en diversos trabajos en los cuales se busca determinar los factores críticos del éxito de algunas innovaciones tomando en cuenta el sistema social. Y ha servido de base para analizar el proceso del cambio social.

Finalmente, en la planeación estratégica de las empresas se puede decidir implantar cambios en los sistemas, pero eso tiene que estar seguido de una buena planeación, implantación y evaluación, es aquí donde la gente se adiestra, se entrena y se prepara para la situación posterior.

De acuerdo con Reig, Jauli y Soto (2000), no hay que olvidar que la parte viva de una empresa es su gente, los dueños, los directivos, supervisores y operarios. La gente crea la cultura de la organización y hace del trabajo una tarea agradable o un proceso desgastante.

La principal ventaja del MAT, a diferencia de otros modelos, es que cumple con este enfoque, ya que presenta una perspectiva enfocada al usuario final, sus expectativas en relación con un nuevo sistema y la optimización de funciones del individuo con el uso del sistema; el MAT tiene como objetivo predecir información y diagnosticar problemas de uso antes de que el recurso humano tenga contacto formal con los nuevos sistemas a implantar. ¿Por qué esperar a que las cosas no fluyan como se espera y perder tiempo en ajustes posteriores y por ende perder dividendos y un ambiente sano de trabajo?

De acuerdo con Morris (1997) el MAT ha servido como una excelente herramienta de medición de aceptación de sistemas de información por más de 10 años alrededor del mundo, ya sea para un nuevo sistema operativo, el uso de algún navegador web o medir la aceptación de servicios en línea que ofrecen los bancos debido a que el MAT fue desarrollado especialmente para la predicción de la aceptación del usuario y posterior uso de tecnologías de la información, además ha demostrado ser un modelo altamente flexible ya que puede adaptarse fácilmente al caso de estudio que se esté analizando.

2.5 Resumen de capítulo

En este capítulo se abordó toda la base teórica sobre la aceptación tecnológica y los modelos que se han desarrollado a lo largo de los años sobre adopción de nuevas tecnologías, se seleccionaron cuatro de los modelos más utilizados sobre esta línea de investigación poniendo especial atención en el Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT) resaltando sus características en una comparación con los demás modelos citados, se mostraron los trabajos que se han realizado sobre el MAT y se detallaron dos extensiones que se han realizado sobre el MAT, por último se plantea la justificación de la elección de este modelo mundialmente utilizado.

Capítulo 3

3.1 Introducción

Los Sistemas de Información (SI) han cambiado la forma en que operan las organizaciones actuales. A través de su uso se logran importantes mejoras, pues automatizan los procesos operativos, suministran una plataforma de información necesaria para la toma de decisiones y lo más importante, su implantación logra ventajas competitivas además de reducir el beneficio de los competidores [29].

El gran impacto que han tenido los SI por las condiciones que se logran con su implantación, actualmente se les puede encontrar en diferentes áreas con el fin de satisfacer las necesidades de las organizaciones entre otros. En las últimas décadas un área particular donde los SI han incursionado teniendo gran avance y desarrollo es en la Geografía, dando como resultado los llamados Sistemas de Información Geográfica (SIG). Este capítulo proporciona una breve introducción sobre los Sistemas de Información Geográfica (SIG), posteriormente se presentan como casos de estudio dos herramientas, las cuales se analizan con el fin de obtener un conjunto de características que sirvan de base para establecer nuevas variables de origen intrínseco e integrarlas al MAT, modificarlo y poder evaluar el comportamiento de los usuarios frente a los SIG.

3.2 Sistemas de Información Geográfica

Los Sistemas de Información Geográfica (SIG) son una tecnología reciente fundamentada en el uso de datos espaciales y que se aplica cada vez más a un mayor número de disciplinas. Los SIG son una nueva tecnología que permite gestionar y analizar la información espacial, surgió como resultado de la necesidad de disponer rápidamente de información para resolver problemas y para la toma de decisiones de modo inmediato [30].

3.2.1 Definición

El término SIG ha sido definido por decenas de formas distintas sin existir un consenso claro sobre cuál es la más adecuada; tiene varias acepciones y puede ser enfocado desde varios puntos de vista. De estas acepciones las más importantes son tres: un SIG como un programa informático, como un sistema de información y como un

sector o disciplina, siendo las dos primeras las más frecuentes. Como programa informático se suele tratar de productos comercializados, como los SIG *Genamap*, *Arc/Info*, *Spans* o *Map*, refiriéndose solamente a programas informáticos o software. La segunda acepción entiende precisamente que un SIG es un todo, un sistema integrado por varias partes, uno de las cuales es el software. Y la tercera acepción, la menos utilizada, sirve para denominar un campo profesional y científico [31]. En la Tabla 3.1 se recoge una muestra de las definiciones más significativas sobre el concepto de SIG.

Tabla 3.1 Muestra de definiciones de un SIG.

Autor	Año	Definición
Peter Burrough	1986	Un SIG es un potente equipo instrumental para la recogida, el almacenamiento, recuperación, transformación y la representación de datos espaciales relativos al mundo real.
Roger Tomlinson	1987	Sistema digital para el análisis y manipulación de todo tipo de datos geográficos a fin de aportar información útil para las decisiones territoriales.
DoE, Department of Enviroment Gran Bretaña	1987	Sistema para capturar, almacenar, validar, integrar, manipular, analizar y representar datos referenciados sobre la tierra.
Stan Aronoff	1989	Sistema informático capaz de realizar las tareas para manejar datos georeferenciados: entrada, almacenamiento, recuperación, manipulación, análisis y representación.
NCGIA, National Cener for Geographic Information and Analysis, EUA	1990	Sistema compuesto por hardware, software y procedimientos para capturar, manejar, manipular, analizar, modelar y representar datos georeferenciados, con el objetivo de resolver problemas de gestión y planificación.

Como “Sistema de Información” se entiende la unión de la información y herramientas informáticas (programas o software) para su análisis con objetivos concretos. Por otra parte, al incluir el término “Geográfica” se asume que la información es espacialmente explícita, es decir, incluye la posición en el espacio. La base de un SIG es, por tanto, una serie de capas de información espacial en formato digital que representan diversas variables (formato raster) o bien capas que representan objetos (formato vectorial) a los que corresponden varias entradas en una base de datos enlazada. Esta estructura permite combinar en un mismo sistema, información con orígenes y formatos muy diversos, incrementando la complejidad del sistema.



Figura 3.1 Sistema de Información Geográfica.

Para más detalles sobre las Tecnologías de Información Geográfica Refiérase al Anexo 'A' de este documento.

3.3 ¿Por qué los SIG?

El ser humano ha utilizado y utilizará todos aquellos elementos que le permitan anticipar un evento, esto significa que utilizará todas aquellas tecnologías que le permitan disminuir la incertidumbre con respecto a una temática en particular en tal caso tomar medidas para potenciar o disminuir su impacto, es por ello que surgen los SIG, éstos se desarrollan como una necesidad de proveer mayor y mejor información para facilitar la toma de decisiones y dar solución a cuantiosos problemas que habitualmente requieren acceso a varios tipos de información que solo pueden ser relacionadas por geografía o distribución espacial, solo los SIG permiten almacenar y manipular información usando geografía, analizar patrones, relaciones y tendencias en la información, por lo tanto las temáticas que puede abordar un SIG están relacionadas a una necesidad de gestión [32].

Actualmente, la disminución en el costo de los Sistemas Informáticos debido a su proliferación, están materializándose importantes beneficios económicos en las empresas y entidades que implementan los SIG algunos de ellos son:

- Realizar un gran número de manipulaciones, sobresaliendo las superposiciones de mapas en corto tiempo, transformaciones de escala, la representación gráfica, la gestión de bases de datos, así como su administración y mantenimiento.
- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, con información exacta, actualizada y centralizada.
- Realizar pruebas analíticas complejas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial, sin la necesidad de repetir actividades redundantes o tediosas.
- Minimización de costos de operación e incremento de la productividad.
- Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Efectuar algunos análisis, de forma rápida que hechos manualmente resultarían largos y molestos.
- Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que esté relacionada con la base de datos nativa u original.

3.4 Casos de Estudio

Como casos de estudio se emplearán dos sistemas (SIG) que han sido desarrolladas en el laboratorio de Procesamiento Inteligente de Información Geoespacial (PIIG) a solicitud de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), en virtud que no fue considerado su impacto de implantación para los usuarios, como sucede casi en todas las empresas, en donde por mantener estándares de competencia, se les impone la utilización de determinadas tecnologías y en ocasiones con ninguna o muy poca capacitación.

Entonces, se procede a considerar los SIG como casos particulares de estudio para modificar y agregar características específicas en el MAT que permitan evaluar el impacto de su implantación.

3.4.1 Descripción de los Casos de Estudio

El Sistema Informático de Análisis de Datos Espaciales para el Distrito Federal (SIADDF) surge por un convenio entre el Instituto Politécnico Nacional y el Instituto de Ciencia y

Tecnología del Distrito Federal cuyo objetivo establece desarrollar un sistema para el análisis de datos espaciales para el distrito federal.

El Sistema Analizador de Datos Espaciales (SIAD- SAGARPA) fue desarrollado por el convenio entre Instituto Politécnico Nacional y SENASICA-SAGARPA el objetivo de este convenio fue desarrollar un sistema de información geográfica vía Web, vinculado a una base de datos georeferenciada de plagas agrícolas, en el marco de actividades del Proyecto de Desarrollo e Innovación Tecnológica en Medios Informáticos denominado Sistema de Monitoreo y Alerta Fitosanitario Nacional de México (SIMAFIN-MEX) (véase Figura 3.2).



Figura 3.2. SIAD-DF y SIAD-SAGARPA desarrollados en el IPN por convenios con el ICyTDF y SAGARPA.

Cada uno de estos sistemas consiste en una herramienta SIG (Sistema de Información Geográfica) de escritorio, las cuales están compuestas por mecanismos de visualización, manipulación y análisis de datos geográficos. Éstas cuentan con un conjunto de datos espaciales (geográficos) en formato digital, los cuales cumplen con las métricas geométricas y topológicas adecuadas para su correcta manipulación, análisis y explotación. Dichos datos cubren el área de estudio ubicada en los estados de Morelos, México y Distrito Federal en el caso de SIAD-DF y de San Luis Potosí para SIAD-SAGARPA.

3.4.2 Análisis.

Para poder realizar adecuadamente la evaluación de la aceptación de una nueva tecnología empleando el MAT, es importante identificar variables externas debido a que el modelo no incorpora estas variables ya que cada área de estudio es diferente y cada tecnología o sistema presenta características propias que lo particularizan. Cuando se han establecido las variables externas es necesario integrarlas al modelo y establecer de

qué manera inciden sobre las variables principales que propone el autor (utilidad percibida y facilidad de uso) para ello se tiene que realizar un análisis al sistema o tecnología a evaluar con el fin de destacar sus características más importantes con base en estas características establecer las variables de carácter exógeno que se integraran al modelo.

Ambas herramientas cuentan con una base de datos espacial, la cual contiene los datos georeferenciados del área de interés, así como las características espaciales y descriptivas que definen el comportamiento intrínseco y las relaciones existentes entre los objetos geográficos de diferentes temáticas, en un formato Shapefile de ESRI (*Enviromental Systems Research Institute*).

Además estos sistemas contienen las funciones comunes a los SIG, como son: operaciones de visualización espacial (Desplazar, Acercar, Alejar, Acercamiento al área de estudio, último acercamiento y Vista completa), operaciones de sobre-posición espacial, mecanismos de representación en 2D, (véase Figura 3.3), identificación de objetos geográficos (características), medición de distancias, acercamiento al área de estudio, visualización de los datos descriptivos de las capas, consulta descriptiva mediante un editor de consultas, generación de *shapefiles* propios (véase Figura 3.4), entre otras funciones.

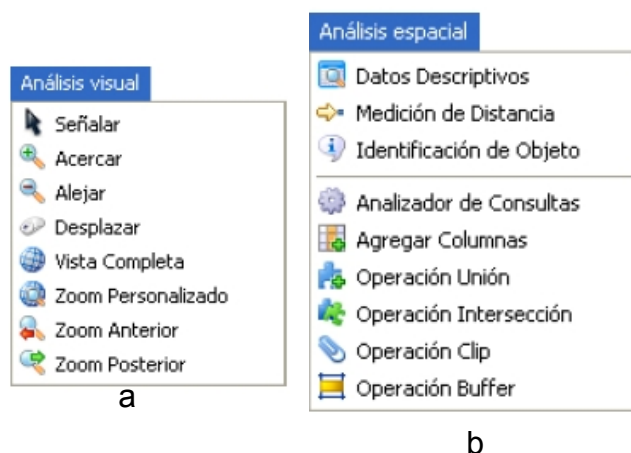


Figura 3.3 Funciones comunes de los SIG, a) funciones de análisis visual, b) funciones de análisis espacial.

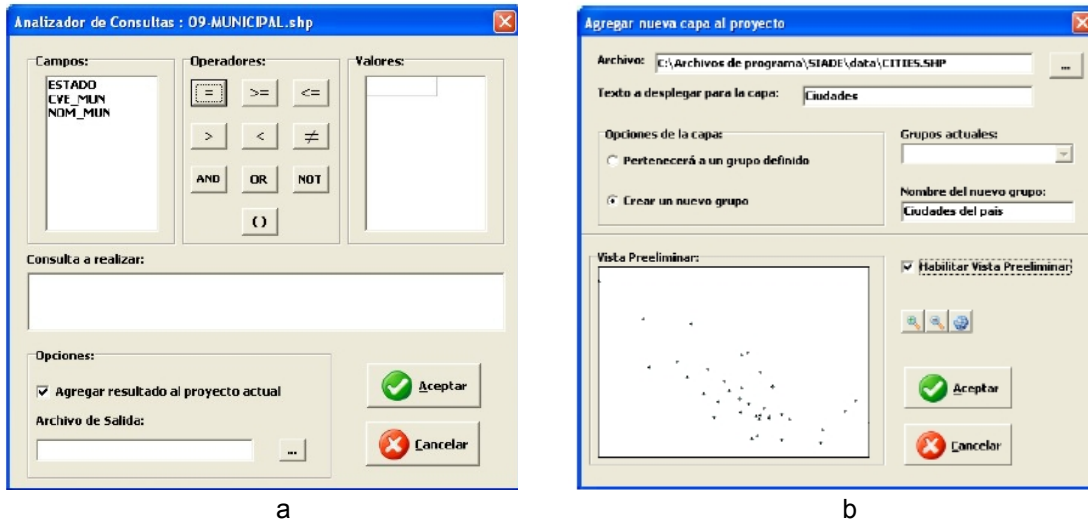


Figura 3.4. Además de las funciones comunes estas herramientas: cuentan con a) un editor de consultas y b) un generador de capas.

De igual forma, cuenta con una interfaz de usuario adecuada para la correcta interacción entre los usuarios y la aplicación (véase Figura 3.5). Además, se presenta un modelo organizado de objetos espaciales dinámicos, los cuales están representados por temáticas espaciales de interés que permiten contar con un alto nivel de desempeño respecto a los recursos computacionales utilizados. Esta aplicación manipula datos espaciales estandarizados que corresponden a todas las temáticas involucradas en este sistema.

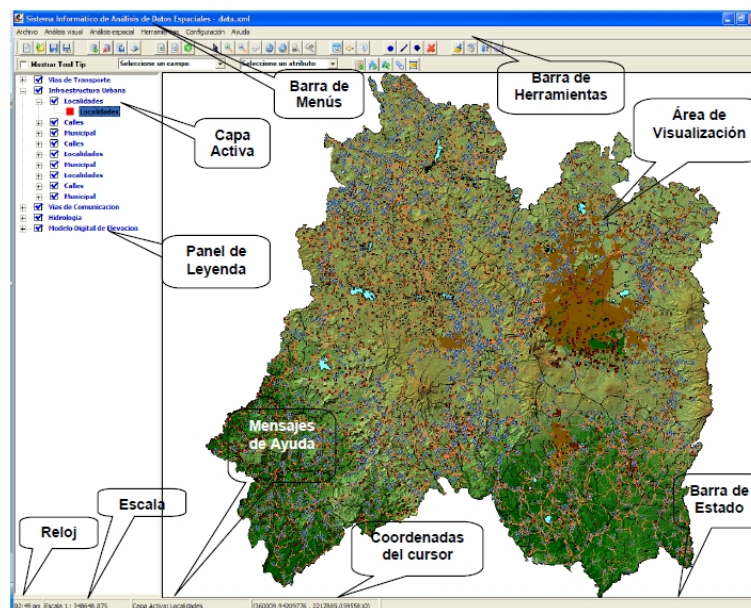


Figura 3.5 Componentes de la interfaz grafica de usuario de SIAD.

Del análisis realizado a los dos sistemas anteriores es importante resaltar los siguientes conceptos.

a) Modelo de representación de datos.

Raster: Este modelo es el modelo más simple desde un punto de vista conceptual y lógico. Su analogía cartográfica es muy clara, pues consiste en un conjunto de capas de información referidas a la misma área y representada siempre por la misma malla de puntos. La distinción de las entidades es implícita en los píxeles contiguos con el mismo valor, las relaciones topológicas son implícitas a la posición de cada pixel en la malla, al igual que la georeferenciación. La separación entre datos cartográficos y datos temáticos no existe, pues cada capa representa un único tema y cada celda contiene un solo dato numérico.

Vectorial: En este modelo las entidades geográficas se representan por la combinación de puntos, líneas, polígonos y atributos temáticos, georeferenciados e interrelacionados. Este es un modelo mucho más parecido a la percepción humana del espacio que la ofrece el modelo raster y en parte por ello tiene más variantes y también más dificultades añadidas [33].

En la actualidad los SIG que mejor funcionan son aquellos que presentan ambos modelos para sus análisis.

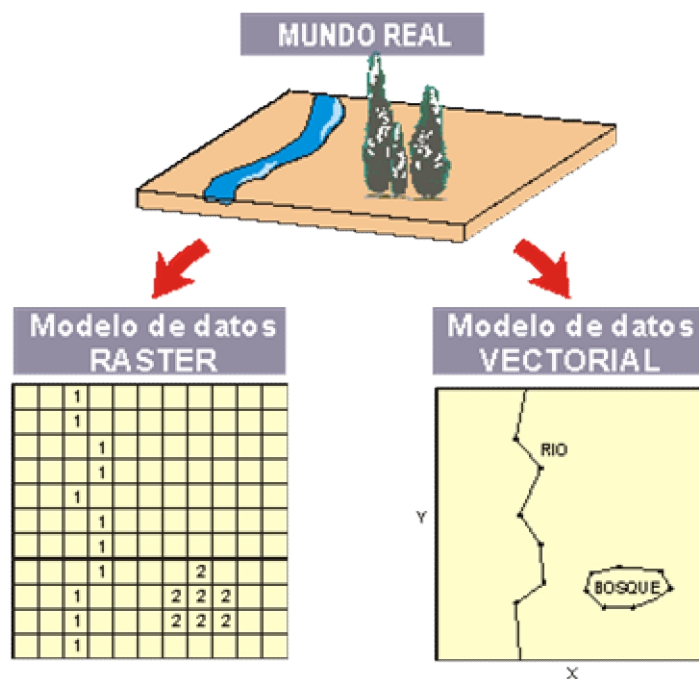


Figura 3.6 Modelos de representación de datos.

b) Capas de información.

Un SIG descompone la realidad en distintos temas (véase Figura 3.7), es decir, en distintas capas o estratos de información de la zona que se desea estudiar: el relieve, los suelos, los ríos, etc.

El analista puede trabajar sobre cualquiera de esos mapas según las necesidades del momento. Pero la gran ventaja de los SIG es que pueden relacionar las distintas capas entre sí. Las capas le da una gran capacidad de análisis a los SIG y pueden ser combinadas algebraicamente para producir mapas derivados, que representen situaciones reales o hipotéticas [34].

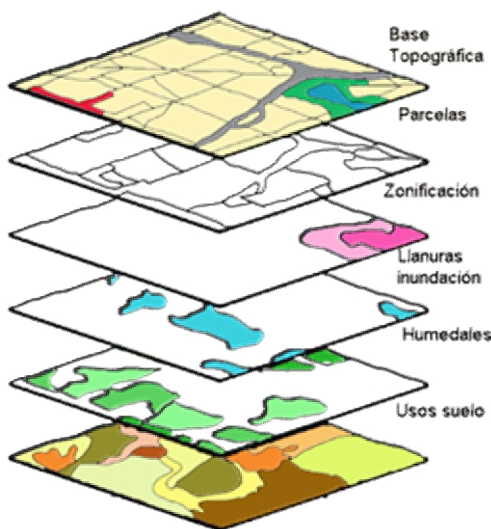


Figura 3.7 Capas de información

c) Análisis espacial.

El análisis espacial es la denominación habitualmente empleada para referirse a un amplio conjunto de procedimientos de estudio de los datos geográficos en los que se considera de alguna manera sus características espaciales [35].

El análisis espacial es una herramienta muy poderosa, la cual cuenta con muchos métodos para el análisis de los datos espaciales, entre los principales métodos de análisis se cuenta con los estadísticos, exploraciones de atributos a través de patrones, análisis de proximidad, análisis de la dependencia espacial con respecto a las bases de datos, interpolación de áreas, análisis espacial orientado a objetos, cálculo de distancias y áreas, rasterización y vectorización, sobreposiciones espaciales, polígonos de Thiessen o diagramas de Voronoi, cambio de relaciones espacio-topológicas de los objetos geográficos, análisis de vecindad, análisis de contigüidad, operaciones de conjuntos

espaciales y consultas especiales o descriptivas [36]. En la Tabla 3.2 se distinguen cuatro tipos de funciones de análisis espacial de un SIG.

Tabla 3.2 Tipología de las funciones de análisis espacial.

Operaciones de análisis espacial	
Recuperación	Recuperación filtrada Consulta/interrogación Reclasificación Medida de áreas y líneas Estadística espacial
Sobreposición	Geometría –cartografía- Lógica –atributos- Aritmética –atributos- Unión Intersección Clip
Vecindad	Contenido en... Poligonágeo Isolíneas Interpolación Cálculos topográficos
Conectividad	Contigüidad Proximidad Difusión Redes Visibilidad

En la Tabla 3.3 se muestran las variables externas definidas, como se mencionó anteriormente el MAT básico por sí solo no es suficiente para realizar la evaluación de la aceptación y uso de una tecnología es necesario encontrar las variables externas que incidan sobre las variables principales del modelo básico (utilidad percibida y facilidad de uso) en este caso las variables mostradas en la Tabla 3.3 son las que particularizan el área de estudio siendo estas variables características propias de los SIG.

Tabla 3.3 variables externas de los SIG

Variables	
Capas de información	Cubren todas las temáticas necesarias para realizar un adecuado análisis espacial.
Modelo de representación	Raster o Vector de acuerdo al tipo de aplicación SIG que se requiera.
Análisis espacial	Contiene las operaciones necesarias para el análisis de los datos espaciales.

Estas características son exclusivas de los SIG los diferencia de otros tipos de sistemas. Los SIG combinan y administran de manera integrada información geográfica (planos, mapas, fotografías, dibujos, etc.) y alfanumérica (direcciones, propietarios, avalúos, etc.) además tienen la capacidad de analizar espacialmente los datos esta es una de las características más sobresalientes de este tipo de sistemas, de este modo las consultas espaciales, que deben considerar los datos de ubicación u otros datos cartográficos de los elementos consultados para poder obtener las respuestas, sólo pueden resolverse adecuadamente con un SIG.

3.5 Sistemas de Información Geográfica y MAT

Uno de los objetivos del presente trabajo, es establecer un conjunto de variables o parámetros externos relacionados dentro del contexto de los SIG que se puedan emplear en el MAT para evaluar su aceptación y uso.

3.5.1 Parámetros en el MAT

Con los años, el modelo MAT se ha aplicado a una amplia gama de campos. ***En muchos estudios el modelo estándar no es suficiente debido a que no ofrece un conjunto de parámetros externos los cuales ayuden a realizar la evaluación del campo de estudio en cuestión.*** En consecuencia los investigadores que buscan evaluar la aceptación y uso de nuevas tecnologías han optado por extender el modelo, incorporando nuevos parámetros al modelo estándar con la finalidad de tener mejores resultados, esta práctica de extender el modelo para adaptarse a un campo de estudio en específico está bien establecida y ha sido bien documentada por quienes lo han realizado. Para cada campo de estudio diferente se puede utilizar un conjunto de parámetros distintos para probar que parámetros afectan a la utilidad percibida y facilidad de uso percibida, esto da a los investigadores un medio para interpretar las influencias que afectan a la aceptación y uso de tecnologías. El hecho de que se establezcan parámetros diferentes para distintos campos de estudio se fundamenta en el hecho de que es diferente determinar la aceptación y uso en diversos campos.

3.5.2 Modelo propuesto

Considerando las fundamentaciones teóricas, la revisión de la literatura, el análisis de las herramientas SIG y el contexto donde se realiza esta investigación, se establece una propuesta del modelo MAT para evaluar el grado de aceptación que tienen los usuarios al

emplear los SIG en su área de trabajo, en esta propuesta se integran tres nuevos parámetros que afectan a la facilidad de uso percibida y la utilidad percibida mostrados en la Tabla 3.3, la diferencia de estos parámetros es el hecho de que los parámetros no se refieren a la percepción por los usuarios, sino que se refieren a las características propias de los SIG. El modelo estructural propuesto se muestra en la Figura 3.8.

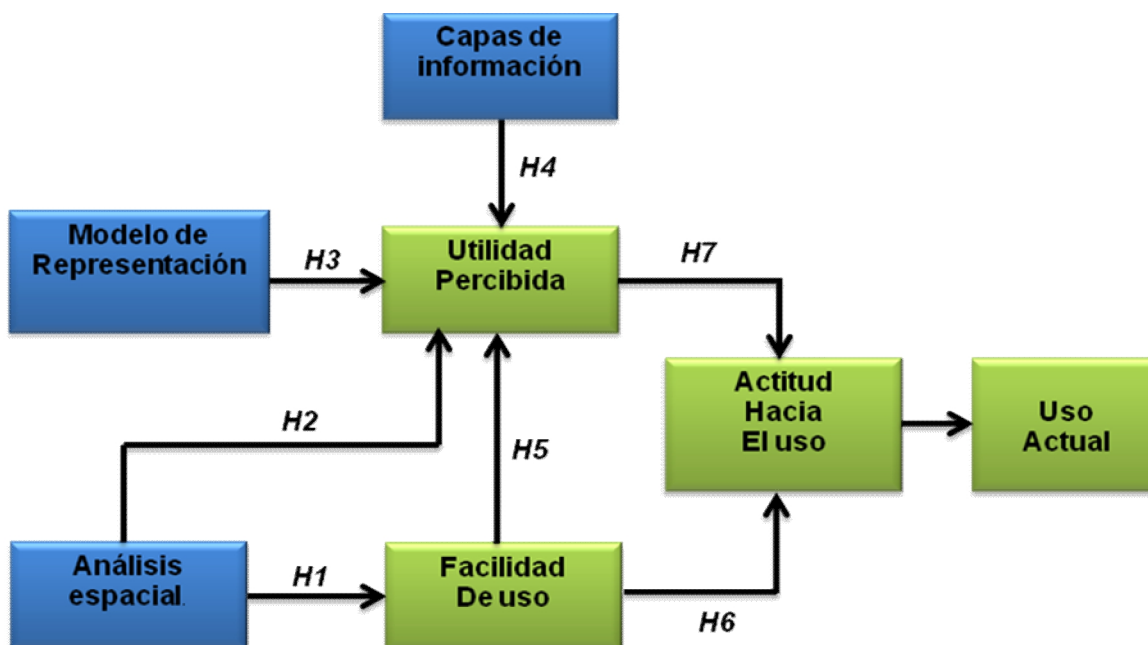


Figura 3.8 Modelo propuesto (MAT-SIG).

Del modelo básico se toman las relaciones entre facilidad de uso y utilidad percibida con la actitud hacia el uso, además se incluye la relación entre la actitud hacia el uso y el uso actual, este modelo básico se extiende con la incorporación de tres nuevos parámetros; capas de información y modelo de representación que anteceden a la utilidad percibida y el análisis espacial que antecede a la facilidad de uso y también a la utilidad percibida.

Si alguna herramienta o potencialidad es intrínseca a la definición de un SIG ésta es el análisis espacial. El análisis espacial está determinado por la existencia de relaciones topológicas entre los elementos y permite realizar cálculos entre variables y obtener así nuevos datos. Las herramientas de análisis espacial en un SIG dan a estos sistemas una enorme capacidad de modelización y prospectiva [37]. Es importante señalar que este tipo de sistemas están esencialmente diseñados para el análisis de la información y no necesariamente para la captura o la producción de mapas.

Siendo el análisis espacial parte importante de los SIG, éste tiene un doble impacto, sobre la utilidad percibida y la facilidad de uso. Esto conduce a la formulación de las siguientes hipótesis.

Hipótesis 1 El análisis espacial influye positiva y significativamente sobre la facilidad de uso.

Hipótesis 2 El análisis espacial influye positivamente y significativamente sobre la utilidad percibida.

Un SIG trabaja fundamentalmente con dos tipos de modelos de representación de datos el “vector” y el “raster”. El modelo vectorial es extremadamente usado para la descripción de elementos discretos y un poco menos utilizado para la descripción continua de elementos variables. El modelo raster se orienta más a operaciones analíticas y al tratamiento de imágenes de satélite. Ambos modelos almacenan datos geográficos y cada uno de ellos tiene sus propias ventajas y desventajas [38]. En la actualidad los SIG que mejor funcionan son aquellos que presentan ambos modelos para sus análisis. En consecuencia el modelo de representación de datos influye en la utilidad percibida de un SIG, por tanto se plantea la siguiente hipótesis.

Hipótesis 3 El modelo de representación influye positiva y significativamente sobre la utilidad percibida.

Los SIG permiten separar la información en diferentes capas temáticas y las almacena independientemente, permitiendo trabajar con ellas de manera rápida, sencilla y facilitando la posibilidad de relacionar la información existente a través de la topología de los objetos, con el fin de generar una nueva capa que no se pueda obtener de otra forma [39]. Lo anterior afecta directamente a la utilidad percibida, por lo tanto se establece la siguiente hipótesis.

Hipótesis 4 Las capas de información influyen positiva y significativamente sobre la utilidad percibida.

La facilidad de uso tiene un doble impacto en la actitud, debido a la *autoeficacia* y la *instrumentalidad*. La eficacia o efectividad es uno de los factores de la motivación

intrínseca de la persona. Por tanto, este efecto de facilidad de uso está directamente relacionado con la actitud. Por otro lado, la facilidad de uso también puede ser instrumental, contribuyendo a la mejora del desempeño de la tarea. Esta mejora supone el ahorro de esfuerzo, gracias a la facilidad de uso, permitiendo lograr más y mejores resultados con el mismo esfuerzo [40]. Este efecto instrumental sobre la actitud se produce a través de la utilidad percibida.

De lo anterior se definen las siguientes dos hipótesis:

Hipótesis 5 La facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la utilidad percibida de usarlos.

Hipótesis 6 La facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la actitud hacia el uso de estos sistemas.

En el modelo básico, además de considerar la facilidad de uso como una creencia que se postula a priori, también lo es la utilidad percibida y ambas son consideradas constructos generales determinantes de la actitud. Esta afirmación se fundamenta en un pilar de la teoría TRA, que establece que las actitudes hacia una conducta están influenciadas por las creencias relevantes [28].

Hipótesis 7 La utilidad percibida de los SIG influye positiva y significativamente sobre la actitud hacia el uso de estos sistemas.

3.6 Cuestionarios y medición

Para poder llevar a cabo la evaluación de la aceptación y uso de una tecnología o sistema el MAT basa su funcionalidad en el uso de cuestionarios que midan la utilidad y facilidad de uso que se predispone en la persona frente a esta tecnología o sistema. Se elabora un cuestionario por cada variable implicada en el modelo (véase Figura 3.9).

Edad: _____ Departamento: _____
 Sexo: _____

Marque con una "X" la respuesta que considere conveniente:

Parámetro: Facilidad de uso.

1.- ¿Es fácil aprender a operar SIG?
 -Totalmente en desacuerdo -En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo

2.- ¿Es fácil acceder al sistema SIG para realizar lo que deseo?
 -Totalmente en desacuerdo -En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo

3.- ¿Es fácil aumentar mi experiencia al uso de SIG?
 -Totalmente en desacuerdo -En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo

4.- ¿SIG es un sistema fácil de utilizar?
 -Totalmente en desacuerdo -En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo

Figura 3.9 Cuestionario de la variable facilidad de uso.

Para la evaluación de los cuestionarios se emplea una escala Likert de 5 puntos (véase Tabla 3.4), debido a que es una escala ordinal y estructurada que mide actitudes o predisposiciones individuales en contextos particulares, tiene la ventaja de que disminuye problemas de confiabilidad y permite el fácil manejo de los datos resultantes.

Tabla 3.4 Escala de Likert de 5 puntos.

Consideración	Valor
Totalmente en desacuerdo	1
En desacuerdo	2
Indiferente	3
De acuerdo	4
Totalmente de acuerdo	5

La investigación de Davis dio lugar a un conjunto estándar de preguntas que se han utilizado en los estudios aplicando el MAT, este conjunto de preguntas tuvo como objeto probar la aceptación de una nueva tecnología empleado por los usuarios.

La Tabla 3.5 muestra la escala estándar de Davis, la fortaleza del modelo radica en preguntas cuidadosamente desarrolladas. Las preguntas deben ser capaces de cubrir las relaciones hipotéticas; de lo contrario no se pueden sacar conclusiones a partir de las respuestas. En este caso las preguntas hacen referencia a la utilidad percibida y la

facilidad de uso dentro de un contexto de los SIG, dentro de la variable utilidad se han agregado dos preguntas más que hacen referencia a la particularidades de éstos sistemas.

Tabla 3.5 Preguntas originales formuladas por Davis sobre la utilidad percibida y facilidad de uso en un contexto de los SIG.

Pregunta	Variable
¿El uso de SIG me ayuda a mejorar mi desempeño dentro de la organización?	Utilidad percibida
¿El uso de SIG incrementa mi eficiencia dentro de la organización?	Utilidad percibida
¿EL uso de SIG incrementa mi productividad dentro de la organización?	Utilidad percibida
¿El SIG cuenta con un mecanismo para la importación y exportación de información geoespacial?	Utilidad percibida
¿Los datos geoespaciales en la base de datos son interoperables con otra aplicación?	Utilidad percibida
Para mí, el sistema SIG ¿es de utilidad dentro de la organización?	Utilidad percibida
Pregunta	Variable
¿Es fácil acceder al sistema SIG para realizar lo que deseo?	Facilidad de uso
¿Es fácil aprender a operar SIG?	Facilidad de uso
¿Es fácil aumentar mi experiencia al uso de SIG?	Facilidad de uso
¿SIG es un sistema fácil de utilizar?	Facilidad de uso

El conjunto de preguntas formuladas por Davis ha sido adaptado para una amplia gama de estudios, estas preguntas han sido desarrolladas enfocándose hacia los Sistemas de Información por lo que si se desea implementarlas en otro tipo de tecnologías se tiene que adecuar las preguntas de acuerdo al tipo de tecnología que se pretenda evaluar.

Además de la utilidad percibida y la facilidad de uso sean formulado preguntas para evaluar la actitud y el uso actual estas preguntas se muestran en la Tabla 3.6.

Tabla 3.6 Preguntas sobre actitud y uso de los SIG

Pregunta	Variable
Usar SIG es buena idea.	Actitud
Me agrada la idea de usar SIG	Actitud
Usar SIG me parece agradable	Actitud
Pregunta	Variable
Indique cuantas veces por semana utiliza SIG.	Uso actual
Indique cuantas horas al día por semana utiliza SIG.	Uso actual

Como se hizo mención en el capítulo dos, investigadores han realizado numerosos estudios aplicando el MAT a una gran variedad de tecnologías en consecuencia se han agregado nuevas variables de carácter externo al modelo debido a que el modelo estándar por sí solo no es suficiente para determinar el grado de aceptación de los

usuarios frente a una tecnología. Al integrar nuevas variables se requiere formular preguntas para evaluar las variables agregadas, éstas necesitan ser formuladas de manera cuidadosa ya que deben aportar información relevante sobre la tecnología que se está evaluando y debido a que tienen una influencia directa sobre las variables principales del modelo. En la Tabla 3.7 se muestran las preguntas formuladas para las variables externas enfocadas hacia los SIG.

Tabla 3.7 Preguntas de las variables externas agregadas al MAT

Pregunta	Variable
¿Las operaciones de análisis espacial son suficientes para lo que necesito realizar?	Análisis espacial
¿Realizar un análisis espacial resulta claro y sencillo?	Análisis espacial
¿Los resultados del análisis espacial cubren mis necesidades?	Análisis espacial
Pregunta	Variable
¿El modelo de representación de datos es el ideal para realizar mi trabajo?	Modelo de representación
¿El modelo de representación de datos me permite representar adecuadamente lo que deseo?	Modelo de representación
¿El modelo de representación de datos me permite realizar un adecuado análisis espacial?	Modelo de representación
Pregunta	Variable
¿Las capas presentadas por el sistema son suficientes para realizar mi trabajo?	Capas de información
¿Las capas de información cubren todas las temáticas que necesito para realizar un análisis espacial?	Capas de información
¿Las capas cuentan con proyección cartográfica acorde a la representación?	Capas de información
¿Las capas cuentan con un sistema de referencia espacial adecuado?	Capas de información
¿Las capas de información cuentan con un estándar en la definición de la componente descriptiva de los datos?	Capas de información

3.7 Resumen de capítulo

Al principio de este capítulo se proporciono un panorama general de los Sistemas de Información geográfica (SIG), posteriormente se detalló el caso de estudio, en donde se describieron dos herramientas de éste tipo, con esto se particularizaron las características de los SIG definiendo conceptos concretos que los diferencian de los demás sistemas de información y se definieron las variables externas como consecuencia se logro establecer el modelo propuesto MAT-SIG y con ello la formulación de las hipótesis que sustentan a dicho modelo, por último se formularon las preguntas para cada variable para llevar a cabo su medición.

Capítulo 4

4.1 Introducción

En este capítulo se realiza el análisis y diseño de la arquitectura de la herramienta que servirá de apoyo para la evaluación de los usuarios. El objetivo de este capítulo es describir la funcionalidad tomando en cuenta a los usuarios que utilizarán la herramienta durante el proceso de evaluación.

Para llevar a cabo lo anterior, en primer lugar se determinan los requerimientos, esta etapa se enfoca en la descripción del sistema y comprende:

Actividades de esta etapa:

- Identificación de actores.
- Identificación de escenario.
- Identificación de casos de uso.
- Refinamiento de los casos de uso.
- Identificación de las relaciones entre casos de uso.
- Identificación de requerimientos no funcionales.

Además de estas actividades los desarrolladores particularmente describen:

- Requerimientos funcionales.
- Requerimientos no funcionales y **pseudorequerimientos**.
- Niveles de descripción.
- Corrección, suficiencia, consistencia, claridad y realismo.
- Verificabilidad y rastreabilidad.
- Ingeniería a partir de cero.

En segundo lugar, se tiene la etapa de análisis, éste enfoca en la producción de un modelo del sistema, llamado el modelo de análisis, que es correcto, completo, consistente y verificable.

Se compone de 3 modelos:

- Modelo funcional, representado por casos de uso y escenarios.
- Modelo de objetos y de análisis, representado por diagramas de clases y objeto.
- Modelo dinámico, representando por gráficas de estado y diagramas de secuencia.

En tercer lugar, la etapa de diseño, es la transformación del modelo de análisis en un modelo de diseño del sistema. Durante esta etapa se definen los objetivos de diseño del proyecto y descomponen el sistema en subsistemas más pequeños.

La etapa de diseño incluye:

- La definición de los objetivos de diseño.
- La descomposición del sistema en subsistemas.
- La selección de componentes hechos y heredados.
- La correspondencia entre los subsistemas y el hardware.
- La selección de la infraestructura de administración de datos persistentes.
- La selección de una política de control de acceso global.
- El manejo de condiciones de frontera.

Por último, la etapa de implementación y pruebas, la implementación corresponde a codificar en un lenguaje de programación solicitado o elegido, el diseño obtenido en la etapa anterior, por su parte las pruebas consisten en probar el software y detectar fallos antes de su implantación [41].

En resumen, este capítulo se enfoca en las etapas de obtención de requerimientos, análisis, diseño e implementación de la herramienta (véase Figura 4.1) , en primer instancia se determinan los requerimientos de la herramienta con base en estos requerimientos se realiza el desarrollo del análisis, la construcción de los modelos, funcional, de objetos, análisis y dinámico, es decir, los diagramas que describirán la funcionalidad de la herramienta, con base en el resultado de la etapa de análisis se desarrolla el diseño, a partir del modelo de diseño, se toman como base los procesos, estructuras de datos, y componentes de software y hardware necesarios para su posterior implementación. Para llevar a cabo las actividades se emplea la herramienta UML (Unified Model Language, Lenguaje Unificado de Modelado).

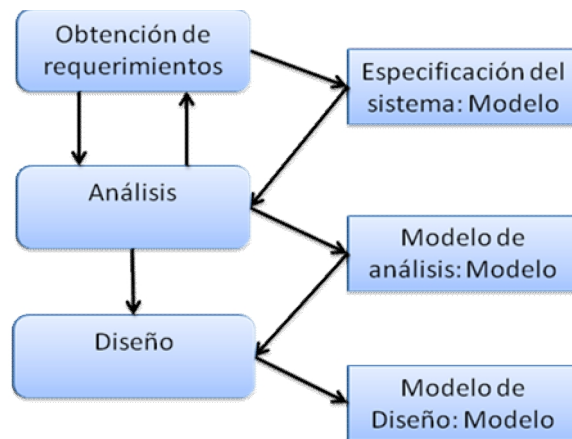


Figura 4.1 Etapas del desarrollo de sistemas y sus resultados (Obtención de requerimientos, análisis y diseño, diagrama de actividad UML).

4.2 Requerimientos

4.2.1 Alcance del Sistema

La solución que propone en este trabajo tiene como campo de aplicación la evaluación de la aceptación de los usuarios dentro de una empresa u organización ante una tecnología de información implantada.

Para llevar a cabo esta evaluación se toma como base el Modelo de Aceptación de la Tecnología (MAT), explicado en el capítulo 3. El resultado de dicha evaluación se obtendrá luego de contestar un conjunto de preguntas que permitirán evaluar los parámetros que la metodología emplea, tales como; facilidad de uso percibida, utilidad percibida, con el fin de obtener la probabilidad de aceptación de dicha tecnología de información por parte de los usuarios finales de la empresa.

4.2.2 Objetivos del sistema

A continuación se explican los objetivos a cumplir por el sistema los cuales se han definido con base en las necesidades a cubrir en la presente tesis.

1. Contar con una herramienta de software automatizada basada en el Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT).
2. Lograr la evaluación de la aceptación de los usuarios ante nuevas tecnologías de información
3. Aportar resultados que ayuden a comprender el comportamiento de los usuarios finales de una empresa ante las tecnologías de información.

4.2.3 Perfiles de usuarios

Se pretende que la herramienta sea utilizada por tres clases de usuarios (véase tabla 4.1):

Tabla 4.1 Perfiles de usuario del sistema de información

Perfil de Usuario	Descripción.
Evaluador.	Debe tener amplio conocimiento en la metodología (MAT) y sobre el sistema SIG que se evalúe, empleará el sistema para llevar a cabo el estudio y evaluación de la aceptación de una tecnología de información por parte de los usuarios, con el objetivo de determinar que tan aceptada es.
Colaboradores.	Puede haber 2 o más, sus actividades son del tipo administrativo, recopilan información antes de la evaluación, así también llevan un seguimiento y revisión de los resultados generados durante la evaluación, además incluye la corrección de datos antes y después de la evaluación.
Empleado	Este tipo de usuario es al que se le aplica la evaluación, la interacción que tendrá con el sistema es para responder las preguntas del MAT.

4.2.4 Requerimientos funcionales

En esta sección se detallan los requerimientos del sistema, es decir, los servicios que se pretende que ofrezca la herramienta para llevar a cabo la evaluación de la aceptación por parte de los usuarios ante una nueva tecnología de información. Para determinar la funcionalidad que el sistema debe ofrecer, se tiene como base la metodología que se ha desarrollado a lo largo de esta tesis, el modelo de aceptación de la tecnología, MAT. Por ende los requerimientos funcionales surgen a partir de este modelo (véase tabla 4.2).

Tabla 4.2 Requerimientos funcionales.

No.	Requerimiento Funcional.
1	La aplicación debe permitir el almacenamiento de un historial en una base de datos, de cada una de las evaluaciones que se han realizado así como también, los resultados que se hayan obtenido en cada una de estas evaluaciones.
2	En la parte referente a los resultados la aplicación debe ser capaz de mostrar datos estadísticos, tales como: gráficos de barras, lineal, pastel, etc., que ayuden a comprender al evaluador los resultados obtenidos.
3	El sistema debe permitir generar reportes de resultados los cuales deben de incluir: la fecha en que se realizó la evaluación, los datos de entrada que se emplearon para la realización de la evaluación, nombre de quien llevó a cabo la evaluación.
4	La aplicación debe permitir en todo momento imprimir la información que sea requerida: tales como reportes, actas, encuestas.

4.2.5 Requerimientos no funcionales

Los Requerimientos no funcionales del sistema se especifican en la tabla 14.

Tabla 4.3. Requerimientos no funcionales.

No.	Requerimiento no funcional.
1	El sistema debe mostrar una interfaz de usuario clara y de fácil manejo.
2	Debe contar con menús de fácil acceso, que permitan guiar al usuario durante todo el proceso de evaluación de manera clara y precisa.
3	El sistema debe autenticar a los usuarios que deseen acceder a él, esto con el fin de realizar su trabajo de manera segura.

4.3 Modelado del sistema

En esta sección se presenta la descripción general de la arquitectura del sistema, los diagramas de casos de uso general, de secuencia, de estados, de actividades y de clases.

4.3.1 Caso de uso general

En la Figura 4.2 se muestra el caso de uso general del sistema. En él intervienen dos actores, el *evaluador* y el *empleado*.

El **evaluador** es la persona que realiza la evaluación de los usuarios con respecto a una tecnología de información, para este caso Sistemas de Información Geográfica.

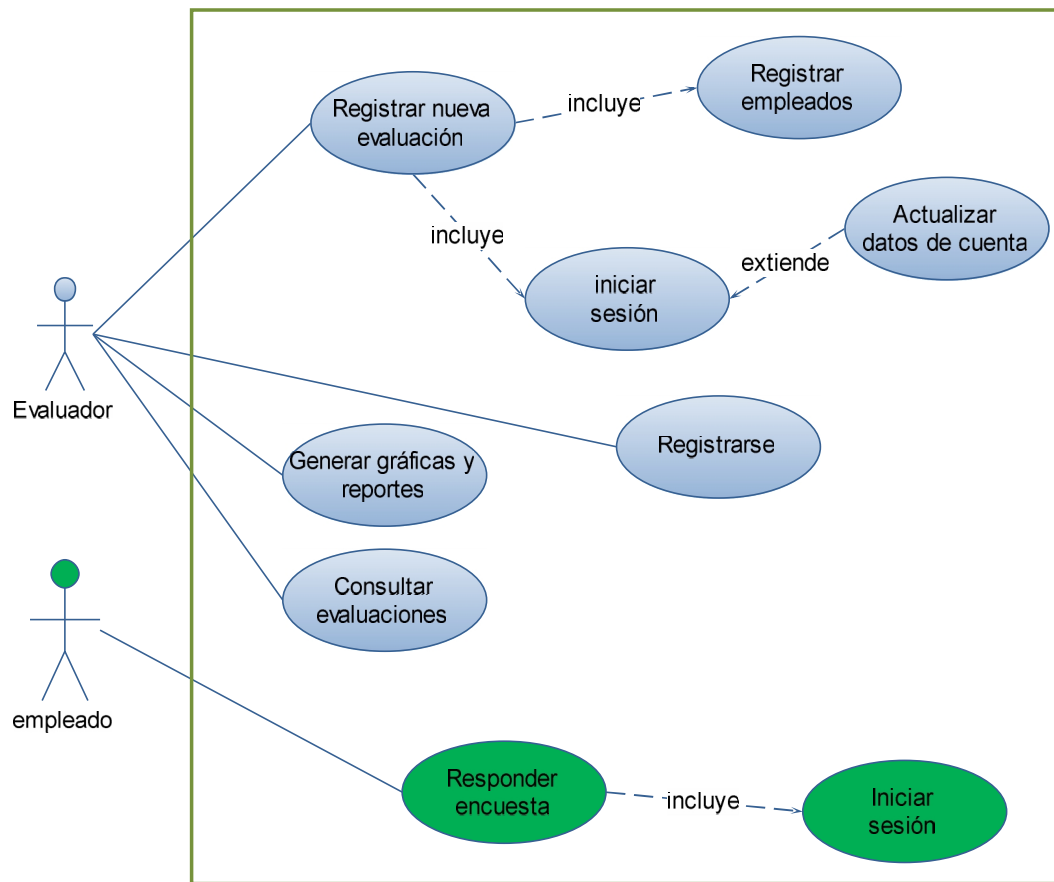


Figura 4.2 Caso de uso general de la herramienta.

- 1.- Para poder realizar una evaluación, el evaluador debe registrarse en el sistema o autenticarse si ya está registrado, para poder iniciar su sesión.
- 2.- Si se registra, debe capturar sus datos tales como: su nombre completo, empresa u organización a la que pertenece y el domicilio.
- 3.- Una vez que el evaluador se ha registrado, para poder realizar una evaluación tiene que dar de alta a los usuarios finales, quienes son los que utilizan la herramienta de la cual se quiere evaluar su aceptación.
- 4.- Una vez registrados todos los usuarios finales, procede a realizar la evaluación de cada usuario, al término de esto, puede imprimir o visualizar los resultados de la evaluación.
- 5.- Sale del sistema.

El **empleado** es quien responde el cuestionario sobre la tecnología de la cual se desea saber su aceptación.

- 1.- Para realizar la encuesta, el usuario final debe de haber sido registrado previamente por el evaluador y haberle asignado un usuario y contraseña.
- 2.- Una vez registrado el evaluador proporciona el usuario y contraseña al empleado.
- 3.- El empleado inicia sesión.
- 4.- Responde la encuesta y guarda los datos.
- 5.- Sale del sistema.

4.3.2 Diagramas de secuencia

En esta sección se muestra la secuencia (véase Tabla 4.4) de eventos y la interacción que el evaluador y el empleado tienen que con el sistema.

En primer lugar, el evaluador al ingresar a la página de inicio debe de registrarse o autenticarse si es que ya se ha registrado anteriormente, para poder llevar a cabo una evaluación.

Posteriormente puede registrar una nueva evaluación ingresando los datos del responsable de dicha evaluación, puesto, empresa, software a evaluar y comentarios.

Una vez registrada la evaluación se registran los empleados que participaran en la evaluación ingresando sus datos como puesto que ocupa, edad, sexo, antigüedad y les asigna un usuario y contraseña. Ya que han sido registrados los empleados cada uno de ellos ingresa al sistema con el usuario y contraseña que han sido asignados por el evaluador, una vez dentro del sistema el empleado procede a responder los cuestionarios correspondientes.

El evaluador ingresa nuevamente al sistema y puede consultar la evaluación que se llevó a cabo y generará las gráficas y reporte final correspondientes a la evaluación.

Tabla 4.4 Secuencia de eventos de la evaluación.

Acción del actor (evaluador)	Respuesta del sistema
1.- El evaluador desea ingresar al sistema.	2- Solicita nombre de usuario y contraseña o que se registre llenando un formulario.
3.-Ingresa nombre de usuario y contraseña o ingreso los datos solicitados en el formulario.	4-Verifica los datos del usuario y presenta pantalla con el menú del evaluador.
5.- En el menú de opciones elige la opción de Evaluaciones --> Nueva.	6-Presenta un formulario para ingresar los datos de la nueva evaluación.
7.-Captura los datos de la nueva evaluación como son fecha, responsable empresa y software a evaluar.	8-Confirma el registro de la evaluación.
9.-En la página siguiente se muestra el formulario para dar de alta a los empleados.	10-Presenta un formulario en el cual ingresa los datos de los empleados que participarán en la evaluación.
11.-En el formulario ingresa los datos de los empleados como son nombre, puesto, antigüedad y a cada uno les asigna un usuario y contraseña.	12-Confirma el registro de los datos.
14.-Sale del sistema.	13-Terminando de registrar a los empleados, el sistema presenta el menú principal.
Acción del actor (empleado)	
15.- El empleado desea ingresar al sistema.	16- Solicita nombre de usuario y contraseña.
17.- Ingresa nombre de usuario y contraseña.	18.-Verifica los datos del usuario y presenta pantalla con el cuestionario a contestar.
18.- El empleado comienza a contestar el cuestionario y una vez terminado guarda los datos.	19.- Confirma el registro de las respuestas y elimina la sesión del empleado para que no vuelva a entrar,
20.- Sale del sistema.	
Acción del actor (evaluador)	
21.-El evaluador ingresa al sistema.	22.- Solicita nombre de usuario y contraseña.
23.- Ingresa usuario y contraseña.	24.- Verifica los datos del usuario y presenta la

25.- Del menú elige Consultar--> Evaluaciones.	pantalla principal con el menú del evaluador. 26.- Despliega un listado de las evaluaciones realizadas.
27.-Elige la evaluación deseada. 29.- Elige la opción de resultados. 31.-Elige una variable para ver resultados. 33.- Visualiza cada una de las variables y elige imprimir el reporte. 35.- Imprime o guarda el reporte final. 37.-Sale del sistema.	28.-Muestra los datos de la evaluación seleccionada. 30.- Despliega un listado con las variables de la evaluación. 32.- Procesa los datos y en una ventana nueva despliega las graficas correspondientes. 34.- Procesa los datos y genera el reporte final del a evaluación. 36.- Confirma solicitud de impresión o de guardar.

En la Figura 4.3 se muestra el diagrama de secuencia de los eventos asociados a la interacción del evaluador con el sistema.

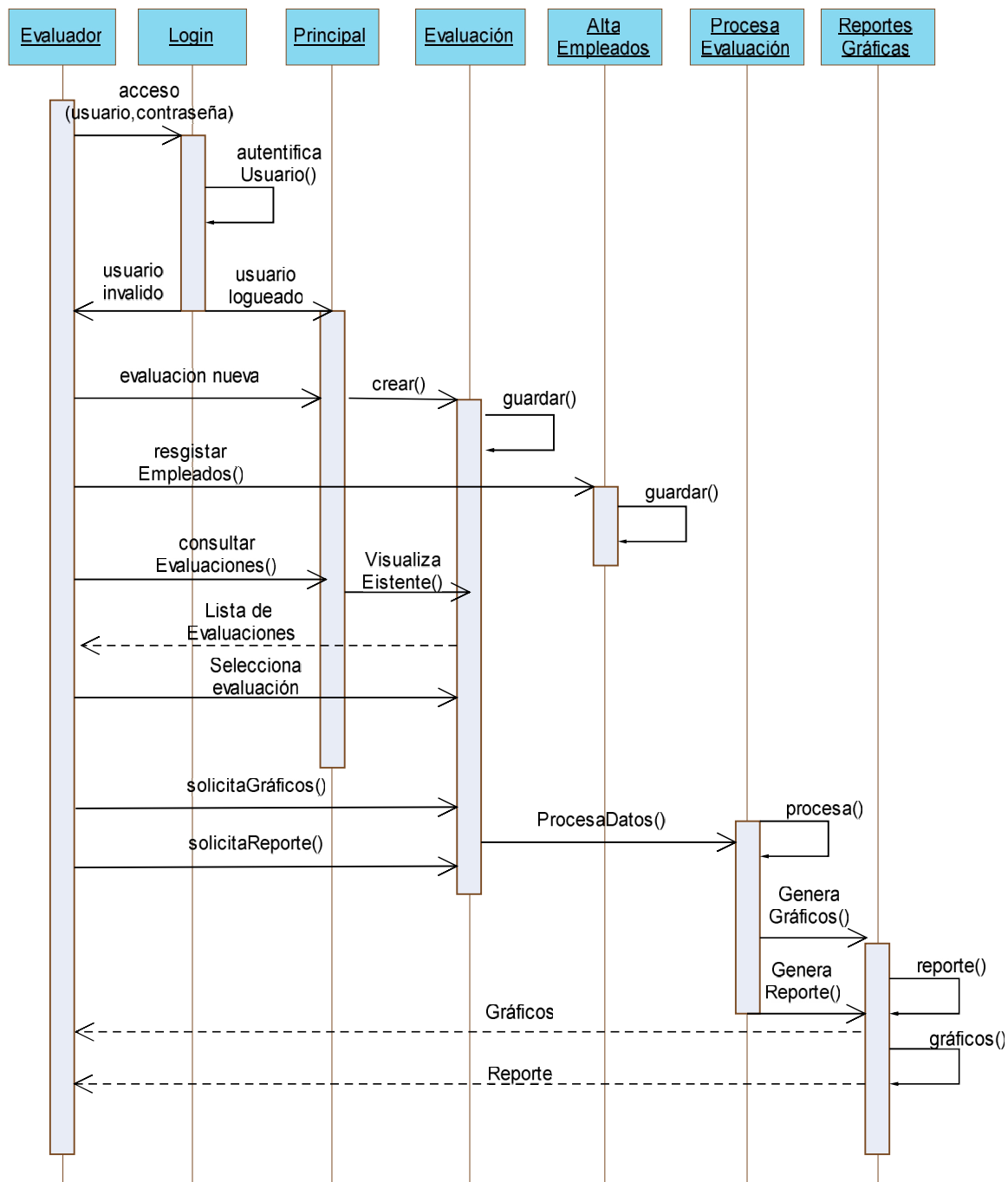


Figura 4.3 Diagrama de secuencia del Evaluador

En la Figura 4.4 se muestra el diagrama de secuencia de los eventos asociados a la interacción del empleado con el sistema.

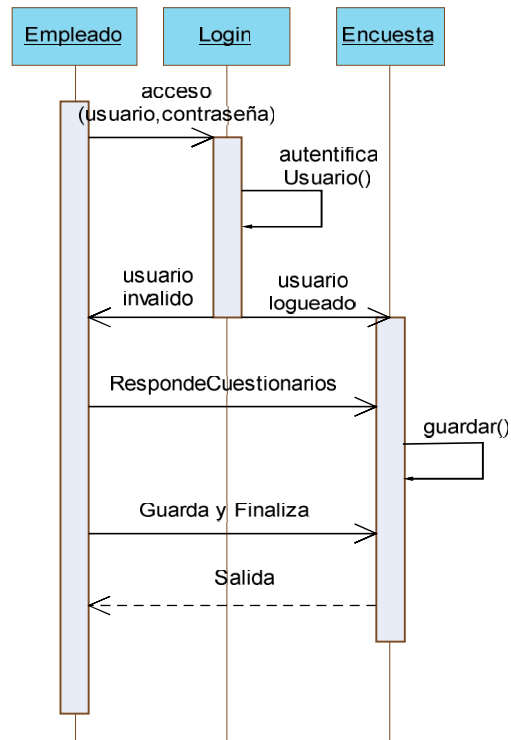


Figura 4.4 Diagrama de secuencia del Empleado

4.3.3 Diagramas de actividades

El diagrama de actividades muestra el flujo de control que se sigue en el sistema, para este caso la Figura 4.5 muestra el flujo que se lleva a cabo cuando se realiza una evaluación.

A continuación se listan las actividades de la Figura 4.5:

- 1.- Si el evaluador no se ha registrado, procede a registrarse para generar su cuenta.
- 2.- Si el evaluador ya está registrado se autentifica.
- 3.- Se despliega la página principal de sesión del evaluador.
- 4.- Se elige crear una nueva evaluación.
- 5.- Se registran los datos para una nueva evaluación.
- 6.- Se registran los empleados que participaran en la evaluación asignando usuario y contraseña para cada uno.
- 7.- Se guarda la evaluación.
- 8.- El empleado inicia sesión y responde el cuestionario que se le presenta y sale del sistema.
- 9.- El evaluador en sesión consulta la evaluación.

10.- El evaluador genera los gráficos y el reporte de la evaluación.

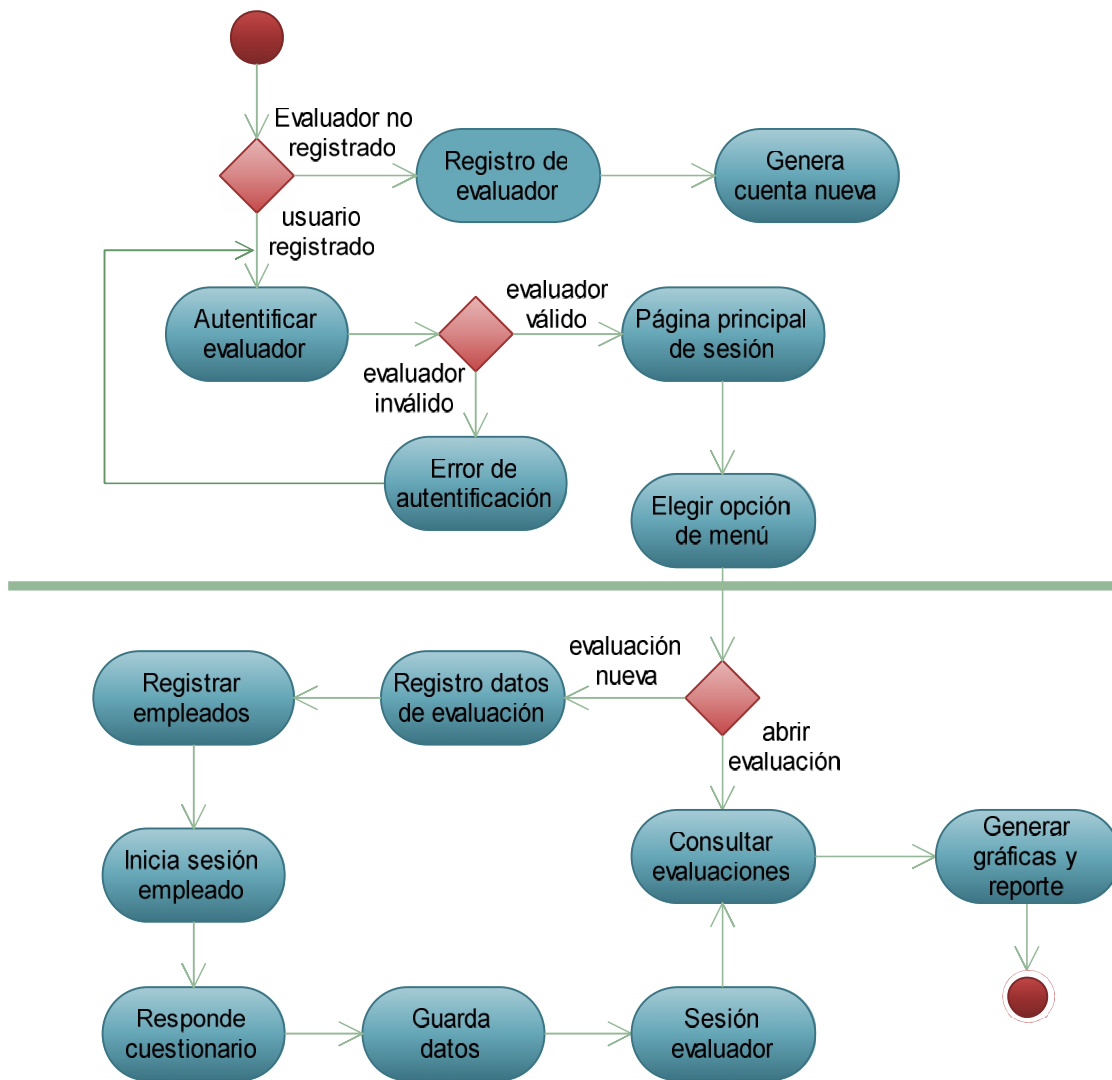


Figura 4.5. Diagrama de actividades del proceso de evaluación.

Es importante mencionar que la participación de los empleados es una parte importante para que se lleve a cabo el proceso de evaluación es por ello que sus actividades representan un subconjunto de las actividades del evaluador y del proceso mismo, en la Figura 4.6 se presentan las actividades del empleado.

- 1.- El empleado inicia sesión (previamente el evaluador lo ha dado de alta y le ha asignado un usuario y contraseña).
- 2.- Se muestra la página principal con el cuestionario que deberá contestar.
- 3.- El empleado responde el cuestionario y guarda los datos.

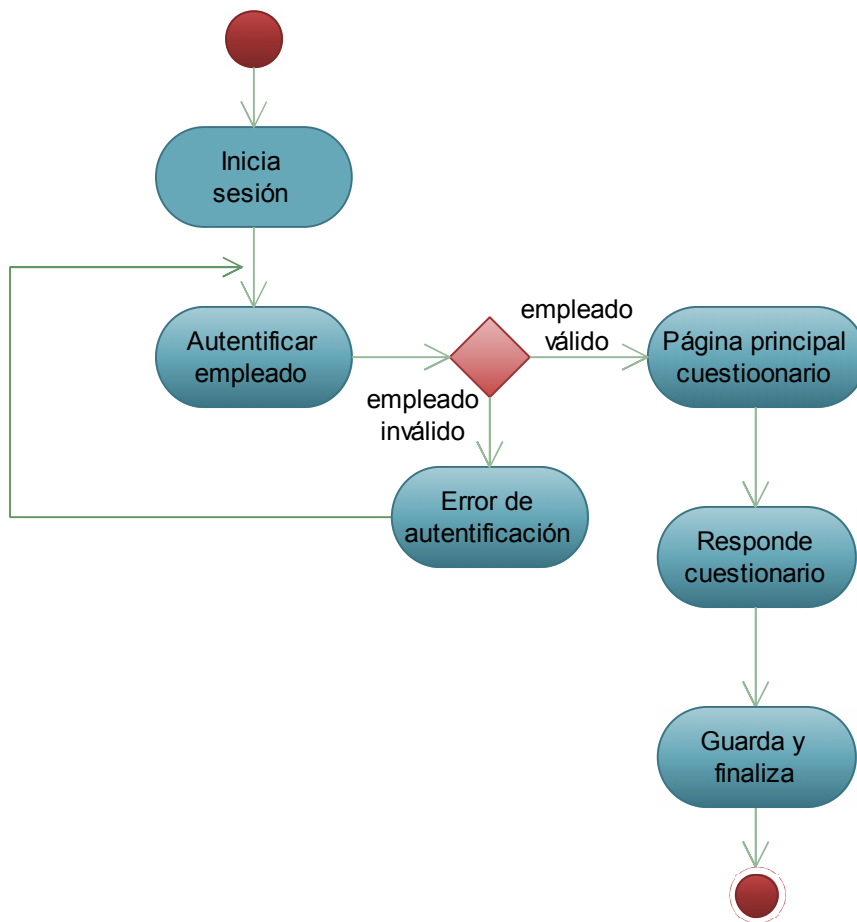


Figura 4.6. Diagrama de actividades del empleado.

4.3.4 Diagrama de clases

Para la aplicación que se presente en esta tesis se muestra el diagrama de clases de la Figura 4.7.

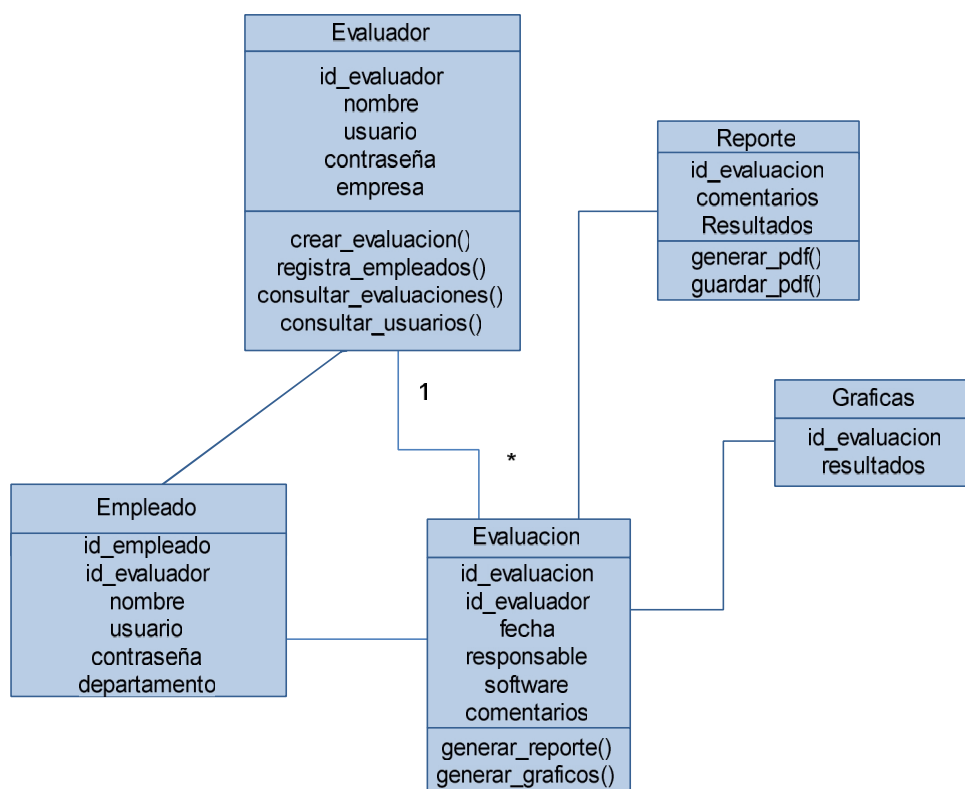


Figura 4.7. Diagrama de clases para la aplicación (MAT-SIG).

La clase *Evaluador* se asocia con la clase *Empleado* mediante una asociación de agregación por valor, ya que un evaluador es el que registra a los empleados que participan en las evaluaciones también puede obtener un listado de los empleados que ha registrado.

A su vez la clase *Evaluador* se asocia con la clase *Evaluación* en esta caso un evaluador puede realizar n numero de evaluaciones así también puede consultar las evaluaciones que se han llevado a cabo

Por último las clases *Reporte* y *Gráficas* se asocian con la clase *Evaluación* debido a que esta puede generar el reporte de cada evaluación realizada, así mismo genera las gráficas de los resultados de las evaluaciones.

4.4 Arquitectura del Sistema

Se requiere que la herramienta de evaluación tenga como característica principal la portabilidad, además de que proporcione una interfaz clara para su manejo. Por tal motivo se elige desarrollar una aplicación web de esta manera se incrementa las facilidades para su distribución y su uso posterior en distintas plataformas.

A continuación se listan algunos de los beneficios que proporcionan las aplicaciones Web:

- 1.- Ahorra tiempo: Se pueden realizar tareas sencillas sin necesidad de descargar ni instalar ningún programa.
- 2.-El trabajo a distancia se realiza con mayor facilidad.
- 3.-Para trabajar en la aplicación web solo se necesita una computadora con un buen navegador Web y conexión a internet.
- 4.-Las aplicaciones Web no necesitan conocimientos previos de informática.
- 5.-Con una aplicación Web se tiene total disponibilidad en cuanto a hora y lugar, se puede trabajar en ella en cualquier momento y en cualquier lugar del mundo siempre que tenga conexión a internet.

La herramienta se basa en un arquitectura Cliente-Servidor (Figura 4.8) en esta arquitectura las tareas se reparten entre los proveedores de recursos o servicios, llamados servidores, y los demandantes, llamados clientes. Un cliente realiza peticiones a otro programa, el servidor, es el que le da respuesta.



Figura 4.8. Arquitectura cliente-Servidor

A continuación se listan las características de esta arquitectura:

En la arquitectura C/S el remitente de una solicitud es conocido como cliente. Sus características son:

1. Es quien inicia solicitudes o peticiones, tienen por tanto un papel activo en la comunicación (dispositivo maestro o amo).
2. Espera y recibe las respuestas del servidor.
3. Por lo general, puede conectarse a varios servidores a la vez.
4. Normalmente interactúa directamente con los usuarios finales mediante una interfaz gráfica de usuario.

Al receptor de la solicitud enviada por el cliente se conoce como servidor. Sus características son:

1. Al iniciarse esperan a que lleguen las solicitudes de los clientes, desempeñan entonces un papel pasivo en la comunicación (dispositivo esclavo).
2. Tras la recepción de una solicitud, la procesan y luego envían la respuesta al cliente.
3. Por lo general, aceptan conexiones desde un gran número de clientes (en ciertos casos el número máximo de peticiones puede estar limitado).
4. No es frecuente que interactúen directamente con los usuarios finales.

4.5 Almacenamiento de los datos.

La información que se maneja en la herramienta será almacenada en una base de datos relacional siendo este uno de los modelos más utilizados en el diseño de base de datos por los objetivos que plantea:

1. Independencia física. La forma de almacenar los datos, no debe influir en su manipulación lógica.
2. Independencia lógica. Las aplicaciones que utilizan la base de datos no deben ser modificadas por que se modifiquen elementos de la base de datos.
3. Flexibilidad. La base de datos ofrece fácilmente distintas vistas en función de los usuarios y aplicaciones.
4. Uniformidad. Las estructuras lógicas siempre tienen una única forma conceptual (las tablas)
5. Sencillez.

Para la creación de la base de datos, manipulación, inserción, actualización y eliminación de los datos se emplea un manejador de base de datos DBMS por sus siglas en ingles, para este caso se elige utilizar MySQL ya que es un software de desarrollo y distribución libre MySQL funciona sobre varias plataformas, es ideal para trabajar con aplicaciones Web además existen varias interfaces de programación de aplicaciones que permiten a aplicaciones escritas en diversos lenguajes de programación acceder a bases de datos MySQL.

4.5.1 Modelo Entidad-Relación

El esquema de almacenamiento para la herramienta de evaluación es mostrado en la Figura 4.9, el diagrama Entidad-Relación muestra las distintas entidades y sus relaciones, para las que el sistema debe almacenar la información.

Cabe mencionar que para evitar la duplicidad innecesaria de la información, el esquema de almacenamiento fue normalizado. Generalmente, cada entidad y sus atributos se traducen físicamente en una tabla. Para cada tabla se define una llave primaria y cuando las relaciones así lo requieren, se utilizan llaves foráneas.

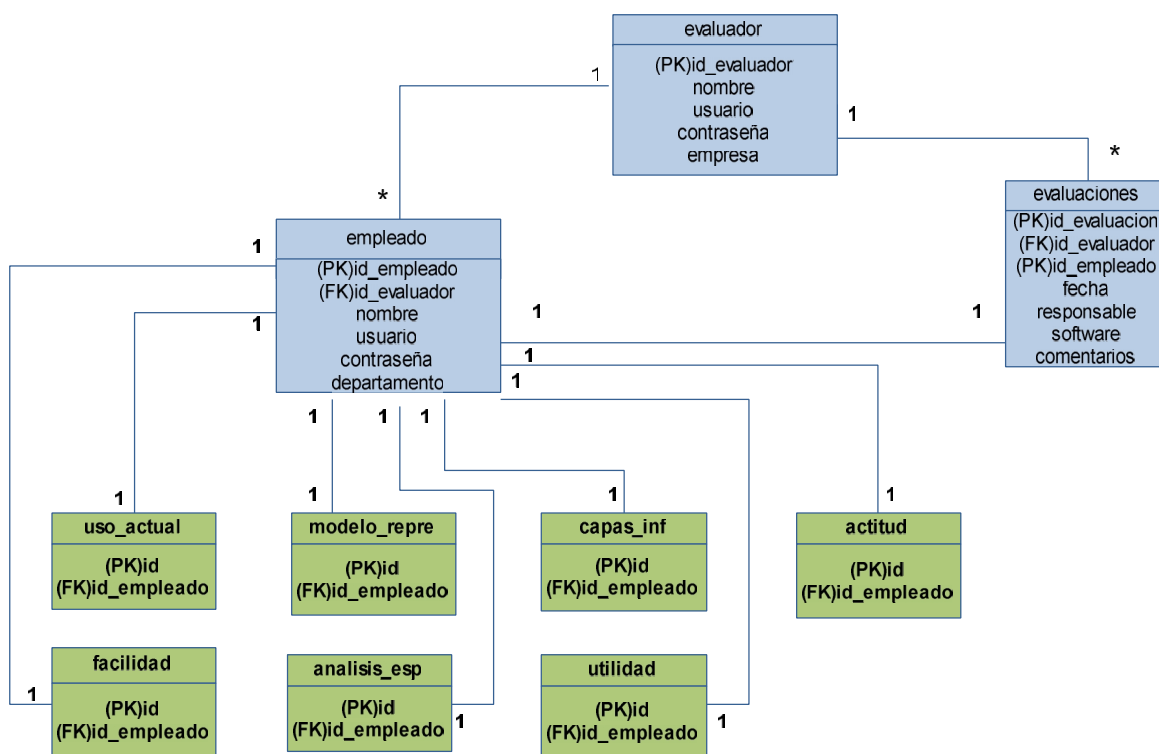


Figura 4.9. Modelo Entidad-Relación del sistema.

Las tablas que figuran en color verde corresponden a las variables del MAT.

4.6 Implementación de la herramienta

Se elige lenguaje de programación interpretado PHP para el desarrollo de las páginas que se presentarán al usuario, PHP fue diseñado para la creación de páginas web dinámicas, del lado del servidor se emplea WAMP que es un sistema de infraestructura de internet que usa las siguientes herramientas:

- **Windows**, como sistema operativo;
- **Apache**, como servidor web;
- **MySQL**, como gestor de bases de datos;
- **PHP** (generalmente), Perl o Python, como lenguajes de programación.

El uso de un WAMP permite servir páginas HTML a internet, además de poder gestionar datos en ellas, al mismo tiempo un WAMP, proporciona lenguajes de programación para desarrollar aplicaciones web.

4.7 Resumen de capítulo

En este capítulo se mostró el funcionamiento general de la herramienta basada en el MAT cuyo objetivo es automatizar el proceso de evaluación, para ello se desarrollaron los diagramas correspondientes para describir cada una de las actividades que conforman el proceso que se lleva a cabo para realizar una evaluación, partiendo del caso de uso general que explica la interacción de los actores con el sistema. También se describe el flujo de actividades que cada actor realiza a lo largo de su interacción con el sistema para distinguir el grado de participación que tiene cada uno de ellos. Por otro lado se definió la arquitectura de la aplicación mencionando las herramientas que se eligieron para su desarrollo en cuanto a sus características y ventajas.

Capítulo 5

5.1 Introducción

Para sustentar el modelo propuesto es necesario realizar una validación de cada variable que lo integra, para ello se realizan análisis estadísticos como lo son: correlación, regresión lineal y alfa de Cronbach, esto se hace con el fin de probar que el modelo sea consistente.

La validez de contenido se refiere al grado en que un instrumento refleja un dominio específico de contenido de lo que se mide. Es el grado en que la medición representa al concepto medido [42]. Este dominio se ve reflejado, en la gran cantidad de investigaciones que se han realizado utilizando el modelo de aceptación tecnológica en todo el mundo, además de todas las publicaciones mencionando dicho modelo.

La validez de *constructo* es probablemente la más importante ya que se refiere al grado en que una medición se relaciona de manera consistente con otras mediciones, de acuerdo con hipótesis derivadas teóricamente y que conciernen a los conceptos (constructos) que se están midiendo. Un constructo es una variable medida que tiene lugar dentro de una teoría o esquema lógico [43].

En la primer parte de este capítulo se realiza la validación del modelo de acuerdo a los análisis estadísticos mencionados y se describen los hallazgos obtenidos de acuerdo a los resultados, todo el análisis estadístico se realiza en SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences, Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales*).

En la segunda parte, se muestra el funcionamiento de la herramienta desarrollada con base en el modelo propuesto (MAT-SIG).

5.2 Validación del modelo propuesto (MAT-SIG)

5.2.1 Instrumento

El instrumento empleado fue el cuestionario del Modelo de Aceptación de la Tecnología mostrado en el apartado anterior, este cuestionario contiene 27 ítems con preguntas cerradas tipo escala de Likert de cinco alternativas (desde totalmente de acuerdo que corresponde al 5 hasta totalmente en desacuerdo que corresponde al 1), integrado en siete variables.

5.2.2 Fiabilidad del modelo MAT-SIG

La medición de la fiabilidad se logra asegurándose de que varias preguntas miden el mismo constructo. Por otra parte, esto no debería llevar a una duplicación de preguntas.

El alfa de Cronbach es un índice de fiabilidad asociado con la variable explicada de la variable subyacente, es comúnmente utilizada en estudios donde se aplica el MAT. Este índice mide el grado en el que un conjunto de indicadores miden la variable o constructo latente. La fórmula que permite medir esto es:

$$\alpha = \left[\frac{k}{k-1} \right] \left[1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Donde:

S_i^2 Es la varianza del ítem i

S_t^2 Es la varianza de los valores totales observados

k Es el número de preguntas

El rango de alfa es un valor entre 0 y 1, de modo que cuanto mayor sea su valor, más fiable resulta la escala generada. Generalmente, un valor por encima de 0.7 puede ser un valor aceptable de fiabilidad [44]. En la Tabla 5.1 se muestran los niveles de confiabilidad de acuerdo al rango de valores de alfa.

Tabla 5.1 Rangos para la interpretación de los valores del análisis de confiabilidad

Rango de valores	Menor a 0.10	0.10 a 0.49	0.50 a 0.69	0.70 o mayor
Nivel de confiabilidad	Nula	Baja	Moderada	Alta

La Tabla 5.2 muestra los valores de alfa obtenidos para las variables del modelo MAT-SIG, también muestra el número de preguntas por cada variable sobre las cuales se hizo el cálculo.

Tabla 5.2 Resultados del análisis de confiabilidad del modelo MAT-SIG

Variable	No. de Preguntas	Validez
Facilidad de uso	FUP 4 preguntas	Alpha= 0.808
Utilidad percibida	UP 6 preguntas	Alpha= 0.920
Análisis espacial	AE 3 preguntas	Alpha= 0.743
Modelo de representación	MR 3 preguntas	Alpha= 0.837
Capas de información	CAP 5 preguntas	Alpha= 0.728
Actitud	ACT 3 preguntas	Alpha= 0.816

De acuerdo con los valores de alfa y con la tabla 5.1 se comprueba que los éstos valores están por encima de 0.70, por lo que las variables del modelo son válidas ya que presentan un nivel de confiabilidad alto.

5.2.3 Análisis de correlación del modelo MAT-SIG

El análisis de correlación sirve para saber el grado de variación conjunta existente entre dos o más variables, es decir, el grado y forma de asociación entre las variables.

En este trabajo se analiza la correlación existente entre las variables implicadas en el modelo MAT-SIG.

5.2.3.1 Coeficiente de correlación de Pearson

El objetivo del coeficiente de correlación, es tener un indicador que mida la fuerza con que dos variables o más están linealmente relacionadas. El coeficiente de correlación de Pearson es el mejor coeficiente utilizado para estudiar el grado de relación lineal existente entre dos variables cuantitativas. Se suele representar por r y se obtiene tipificando el

promedio de los productos de las puntuaciones diferenciales de cada caso (desviaciones de la media) en las dos variables correlacionadas, el coeficiente de Pearson viene definido por la siguiente fórmula:

$$r_{xy} = \frac{\sum x_i y_i}{n S_x S_y}$$

Donde:

x_i y y_i Se refieren a las puntuaciones diferenciales de cada par

n Se refiere al número de casos.

S_x y S_y Se refieren a las desviaciones típicas de cada variable.

El coeficiente de correlación de Pearson toma valores entre -1 y 1; un valor de 1 indica relación lineal perfecta positiva; un valor de -1 indica relación lineal perfecta negativa; un valor de 0 indica una relación lineal nula [45].

En la Tabla 5.3 se muestra el nivel de correlación de acuerdo al valor del coeficiente obtenido.

Tabla 5.3 Niveles de correlación.

Rango de valores	Nivel de asociación
$\pm .80$ a ± 1.00	Muy fuerte
$\pm .61$ a $\pm .80$	Fuerte
$\pm .41$ a $\pm .60$	Moderada
$\pm .21$ a $\pm .40$	Débil
$\pm .00$ a $\pm .20$	Ninguna

En la Tabla 5.4 se muestran los resultados obtenidos del análisis de correlación a las variables del modelo propuesto. Como puede observarse, la mayor parte de las variables del modelo tienen una fuerte correlación con el resto de las variables incluidas,

Como se definió anteriormente la variable que se agregó al MAT *Análisis Espacial* tiene doble impacto, sobre la Facilidad de uso y la Utilidad percibida, en la Tabla 5.4 se observa que los resultados de los coeficientes que presentan son .711 y .625 respectivamente, esto significa que presentan una correlación fuerte entre el análisis espacial y la facilidad de uso y el análisis espacial y la utilidad percibida.

Tabla 5.4 Coeficientes de correlación de las variables del modelo MAT-SIG.

	FUP	UP	AE	MR	CAP	ACT
FUP N	1 30	.722 30	.711 30	.516 30	.558 30	.519 30
UP N	.722 30	1 30	.625 30	.669 30	.793 30	.649 30
AE N	.711 30	.625 30	1 30	.615 30	.504 30	.644 30
MR N	.516 30	.669 30	.615 30	1 30	.551 30	.456 30
CAP N	.558 30	.793 30	.504 30	.551 30	1 30	.650 30
ACT N	.519 30	.649 30	.644 30	.456 30	.650 30	1 30

En cuanto a la variable agregada al MAT *Modelo de Representación* que tiene un impacto sobre la utilidad percibida, el coeficiente de correlación es de .669 lo que indica una fuerte correlación entre estas dos variables. Por último, se definió la variable Capas de información que tiene impacto sobre la utilidad percibida, estas dos variable están fuertemente correlacionadas debido a que su coeficiente es de .793.

Por lo tanto, de acuerdo con estos indicios, las variables externas agregadas al MAT son significativas para poder evaluar la aceptación de los usuarios frente a los SIG, ya que influyen y tienen una fuerte correlación con las variables principales del modelo (utilidad percibida y facilidad de uso).

5.2.4 Diagramas de dispersión

La forma más directa intuitiva de formarse una primera impresión sobre el tipo de relación existente en dos variables es a través de un diagrama de dispersión. Un diagrama de dispersión es un gráfico en el que una de las variables $[x]$ se coloca en el eje de las abscisas, la otra $[y]$ en el de ordenadas y los pares (x_i, y_i) se representan como una nube de puntos [46]. En la Figura 5.1 se muestran los diagramas de dispersión del comportamiento referente a las relaciones de las variables agregadas al MAT (modelo de representación, análisis espacial y capas de información) y las variables utilidad percibida y facilidad de uso.

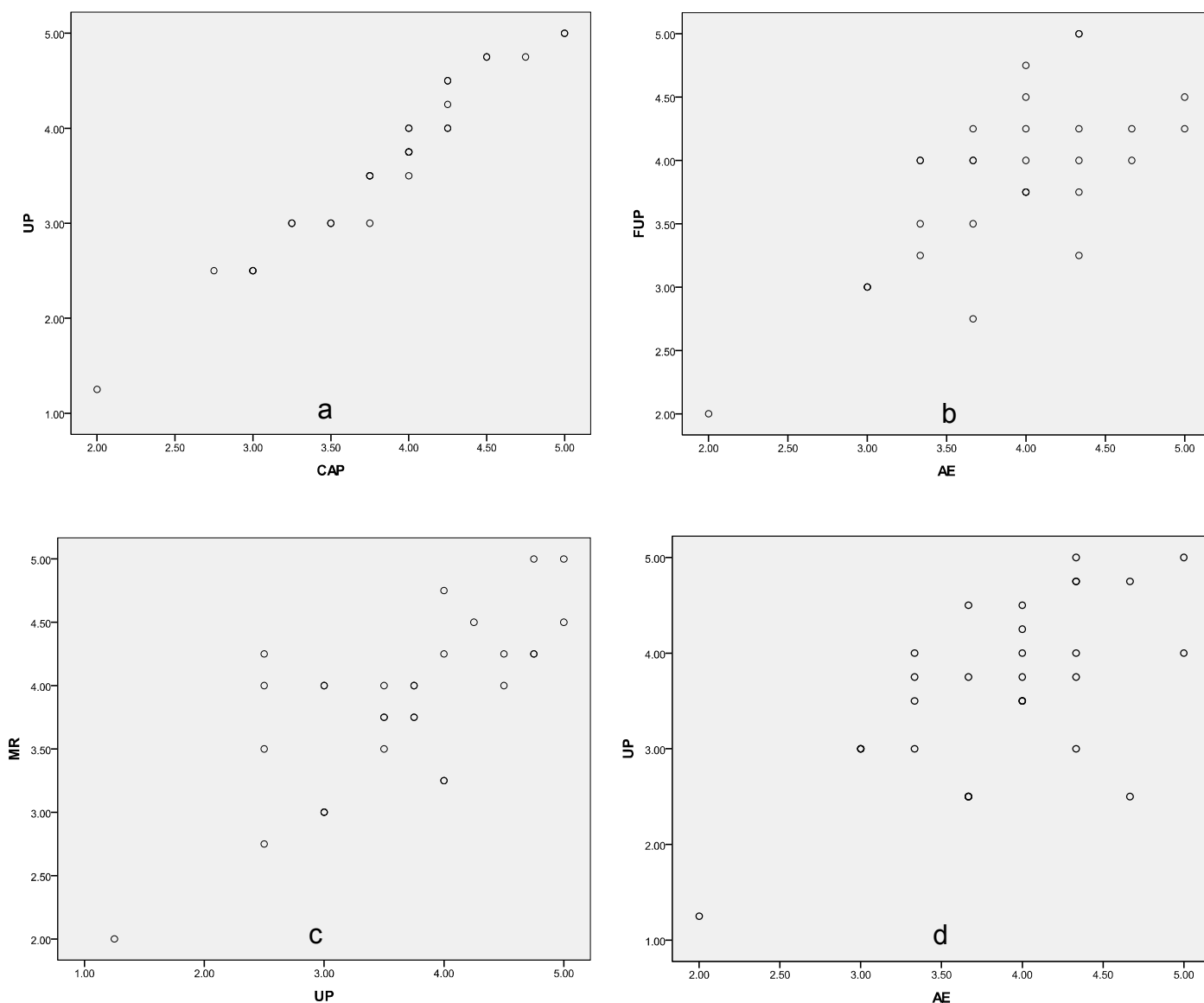


Figura 5.1 Diagramas de dispersión a) capas de información y utilidad percibida, b) análisis espacial y facilidad de uso, c) modelo de representación y utilidad percibida y d) análisis espacial y utilidad percibida.

El diagrama de dispersión también puede utilizarse como una forma de cuantificar el grado de relación lineal existente entre dos variables: basta con observar el grado en el que la nube de puntos se ajusta a una línea recta. En el caso de la figura anterior el par de variables que ofrece un mayor grado de relación son el modelo de representación y la utilidad percibida, en el caso del análisis espacial y la utilidad percibida ofrece un menor grado de relación caso contrario ocurre con el análisis espacial y la facilidad de uso, esto es, el análisis tiene mayor influencia sobre la facilidad de uso que sobre la utilidad percibida.

5.2.5 Análisis de regresión del modelo MAT-SIG

El análisis de regresión lineal es un método que se utiliza para estudiar la relación entre variables cuantitativas. Tanto en el caso de dos variables (regresión *simple*) como en el de más de dos variables (regresión *múltiple*), el análisis de regresión lineal puede utilizarse para explorar y cuantificar la relación entre una variable llamada dependiente o criterio (Y) y una o más variables llamadas independientes o predictoras ($X_1, X_2, \dots, X_p$) así como para desarrollar una ecuación lineal con fines predictivos [47].

Este modelo se expresa como:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_p X_p + \varepsilon$$

Donde:

Y_t	Variable dependiente.
$X_1, X_2, \dots, X_p$	Variables explicativas, independientes.
$\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$	Parámetros, miden la influencia que las variables explicativas tienen sobre el regresando.
ε	Error.

Para poder llevar a cabo el análisis de regresión lineal en la Figura 5.2 se presenta la relación de hipótesis del modelo propuesto.

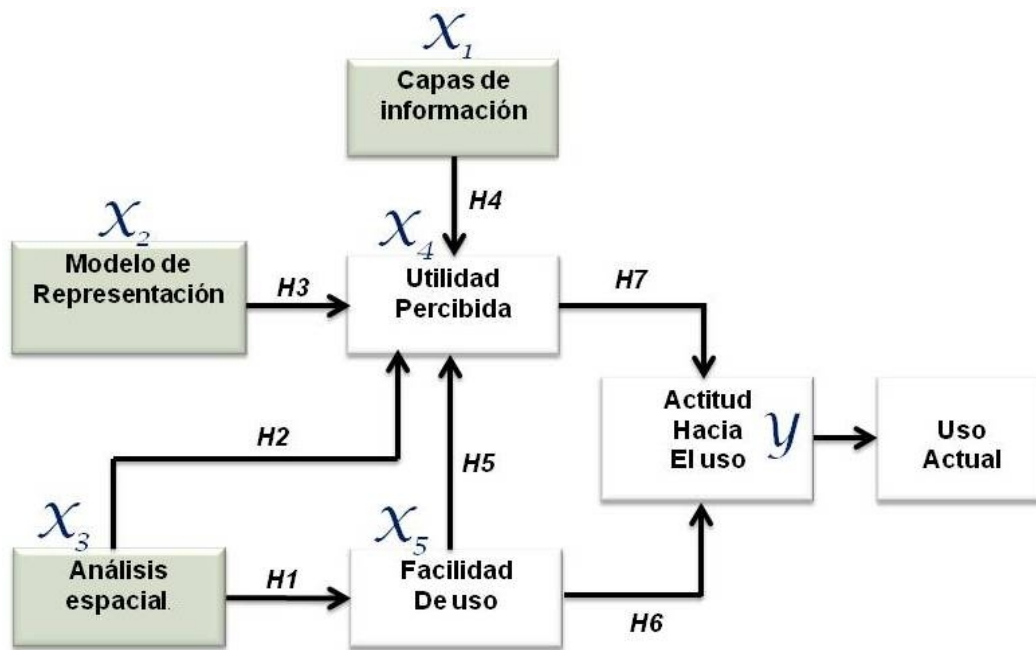


Figura 5.2 Relación de hipótesis del modelo propuesto MAT-SIG

H1: El análisis espacial influye positiva y significativamente sobre la facilidad de uso.

H2: El análisis espacial influye positivamente y significativamente sobre la utilidad percibida.

H3: El modelo de representación influye positiva y significativamente sobre la utilidad percibida.

H4: Las capas de información influyen positiva y significativamente sobre la utilidad percibida.

H5: La facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la utilidad percibida de usarlos.

H6: La facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la actitud hacia el uso de estos sistemas.

H7: La utilidad percibida de los SIG influye positiva y significativamente sobre la actitud hacia el uso de estos sistemas.

De acuerdo al modelo de regresión lineal se plantan las siguientes ecuaciones para el modelo propuesto MAT-SIG:

Hipótesis 2, 3, 4 y 5

Variable dependiente X_4 (utilidad percibida) variables independientes X_1 , X_2 , X_3 y X_5 (capas de información, modelo de representación, análisis espacial y facilidad de uso)

$$X_4 = \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_4 X_5 + \varepsilon_2$$

Hipótesis 1

Variable dependiente X_5 (facilidad de uso) variable independiente X_3 (análisis espacial)

$$X_5 = \beta_5 X_3 + \varepsilon_3$$

Hipótesis 6 y 7

Variable dependiente Y (actitud hacia el uso) variables independientes X_4 y X_5 (utilidad percibida y facilidad de uso)

$$Y = \beta_6 X_4 + \beta_7 X_5 + \varepsilon_1$$

Para determinar si las variables independientes son predictoras significativas de la utilidad percibida y la facilidad de uso de los SIG, se examina el coeficiente beta estandarizado (β), este coeficiente refleja el impacto de cada variable (independiente, variables X) en el criterio (o variable dependiente, variable Y), cuánto aumenta la variable dependiente al aumentar cada variable independiente en una unidad (en una desviación típica), toma valores de 0 a 1 [48]. El nivel de significancia obtenido permite hacer el contraste de las hipótesis establecidas del modelo propuesto, es decir, rechazar o aceptar las hipótesis del modelo, para este tipo de investigación se establece un nivel de significancia de 0.05.

En la Tabla 5.5 se muestran los resultados de los coeficientes beta estandarizados y significancia de las variables (independientes) que afectan a la utilidad percibida

(dependiente), de las cuatro variables, las que tiene un mayor poder predictivo son el análisis espacial y el modelo de representación con un coeficiente de .625 y .556 respectivamente y en segundo término la facilidad de uso y las capas de información con .552 y .521 respectivamente. De acuerdo con el nivel de significancia establecido para esta investigación, la significancia de cada una de las variables independientes está por debajo de éste nivel (0.05), por lo tanto no se rechazan las hipótesis 2, 3, 4 y 5.

Tabla 5.5 Hipótesis 2, 3, 4 y 5 MAT-SIG

Variables independientes	Coeficientes estandarizados (β)	Significancia
Capas de información (CAP)	.521	.033
Modelo de representación (MR)	.556	.004
Análisis espacial (AE)	.625	.047
Facilidad de uso (FUP)	.552	.005

Variable dependiente utilidad percibida (UP)

Se estableció que la variable análisis espacial influye sobre la utilidad percibida y en la facilidad de uso, en la Tabla 5.6 se muestra que tiene un coeficiente beta de .711 por lo que tiene un poder predictivo mayor sobre la facilidad de uso que sobre la utilidad percibida (.625) y su significancia está por debajo del nivel de significancia establecido (0.05) por lo tanto no se rechaza la hipótesis de que el análisis espacial influye sobre la facilidad de uso.

Tabla 5.6 Hipótesis 1 MAT-SIG

Variable Independiente	Coeficientes estandarizados (β)	Significancia
Análisis espacial (AE)	.711	.036

Variable dependiente facilidad de uso (FUP)

Respecto a la utilidad percibida y facilidad de uso (variables independientes) sobre la actitud hacia el uso (variable dependiente) mostradas en la Tabla 5.7 la que tiene mayor relación y en consecuencia mayor pronóstico de la variable de criterio es la utilidad percibida y de acuerdo con el valor de significancia de cada una no se rechazan las hipótesis de que la facilidad de uso influye sobre la actitud hacia el uso de los SIG y la utilidad percibida influye sobre la actitud hacia el uso de los SIG.

Tabla 5.7 Hipótesis 6 y 7 MAT-SIG

Variables independientes	Coefficientes estandarizados (β)	Significancia
Facilidad de uso (FUP)	.106	.023
Utilidad percibida (UP)	.689	.011

Variable dependiente: Actitud hacia el uso (ACT)

5.3 MAT original vs MAT-SIG

Para poder asegurar que el modelo propuesto en este trabajo, es un modelo teórico sólido y es de utilidad para evaluar el grado de aceptación de los SIG, es necesario compararlo con el MAT original por lo que se tiene que aplicar el MAT sin las variables externas que se definieron anteriormente. En la Tabla 5.8 se muestran las variables y las preguntas que conforman el MAT original.

Tabla 5.8 Variables y preguntas del MAT original

Pregunta	Variable
¿El uso de SIG me ayuda a mejorar mi desempeño dentro de la organización?	Utilidad percibida
¿El uso de SIG incrementa mi eficiencia dentro de la organización?	Utilidad percibida
¿El uso de SIG incrementa mi productividad dentro de la organización?	Utilidad percibida
Para mí, el sistema SIG ¿es de utilidad dentro de la organización?	Utilidad percibida
¿Es fácil acceder al sistema SIG para realizar lo que deseo?	Facilidad de uso
¿Es fácil aprender a operar SIG?	Facilidad de uso
¿Es fácil aumentar mi experiencia al uso de SIG?	Facilidad de uso
¿SIG es un sistema fácil de utilizar?	Facilidad de uso
Usar SIG es buena idea.	Actitud
Me agrada la idea de usar SIG	Actitud
Usar SIG me parece agradable	Actitud
Indique cuantas veces por semana utiliza SIG.	Uso actual
Indique cuantas horas al día por semana utiliza SIG.	Uso actual

Al igual que el modelo propuesto, el MAT original se aplicó a una muestra de 30 individuos. A continuación se presentan los resultados obtenidos al aplicar los análisis correspondientes.

5.3.1 Confiabilidad MAT original

A pesar de que el valor de alfa de Cronbach de las variables del MAT original tienen un nivel de confiabilidad fuerte (véase Tabla 5.9), estos valores están por debajo de los obtenidos en el modelo propuesto (MAT-SIG).

Tabla 5.9 Alfa de Cronbach MAT original

Variable	No. de Preguntas	Validez
Facilidad de uso	FUP 4 preguntas	Alpha= 0.728
Utilidad percibida	UP 4 preguntas	Alpha= 0.888
Actitud	ACT 3 preguntas	Alpha= 0.783

5.3.2 Coeficiente de correlación Pearson del MAT original

Los valores del coeficiente de Pearson del modelo MAT original se muestran en la Tabla 5.10, de acuerdo con los niveles de asociación establecidos anteriormente, las variables facilidad de uso y actitud hacia el uso presentan una asociación débil (.374), en el modelo propuesto ocurre distinto, puesto que el nivel de asociación de estas dos variables es moderado.

Tabla 5.10 Coeficientes de correlación de Pearson MAT original

	FUP	UP	ACT
FUP N	1 30	.634 30	.374 30
UP N	.634 30	1 30	.624 30
ACT N	.374 30	.624 30	1 30

5.3.3 Análisis de regresión del MAT original

En la Figura 5.3 se muestra la relación de hipótesis del modelo MAT original.

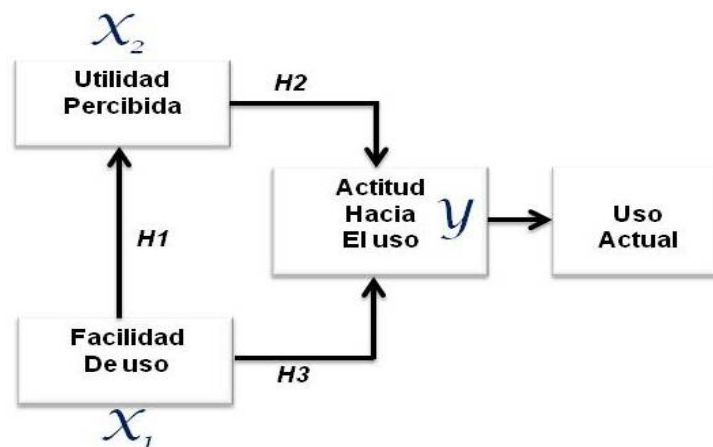


Figura 5.3 Relación de hipótesis del modelo MAT original.

H1: La facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la utilidad percibida de usarlos.

H2: La facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la actitud hacia el uso de estos sistemas.

H3: La utilidad percibida de los SIG influye positiva y significativamente sobre la actitud hacia el uso de estos sistemas.

Ecuaciones de regresión lineal para el MAT original:

Hipótesis 1

Variable dependiente utilidad percibida (X_2), variable independiente facilidad de uso (X_1)

$$X_2 = \beta_1 X_1 + \varepsilon_2$$

Hipótesis 2 y 3

Variable dependiente actitud hacia el uso (Y), variables independientes facilidad de uso y utilidad percibida (X_1, X_2)

$$Y = \beta_2 X_1 + \beta_3 X_2 + \varepsilon_1$$

De acuerdo con la Tabla 5.11, el coeficiente beta estandarizado de la facilidad de uso es de .634 (superior al obtenido en el modelo propuesto) y su significancia es de .011 por lo

tanto se acepta la hipótesis 1: La facilidad de uso influye positivamente sobre la utilidad percibida.

Tabla 5.11 Hipótesis 1 MAT original

Variable Independiente	Coefficientes estandarizados (β)	Significancia
Facilidad de uso (FUP)	.634	.011

Variable dependiente utilidad percibida (UP)

En la Tabla 5.12 se muestran las hipótesis 2 y 3, respecto a la facilidad de uso presenta un coeficiente beta de -.063 por lo que no es una variable predictora de la actitud hacia el uso, tiene una significancia de .741 que supera el nivel de significancia establecido anteriormente (0.05), por lo tanto se rechaza la hipótesis 3: La facilidad de uso influye positivamente en la actitud hacia el uso.

En el caso de la utilidad percibida ocurre lo contrario ya que tiene un coeficiente beta de .573 por lo que sí es una variable predictora de la actitud hacia el uso y debido a su significancia (.001) se acepta la hipótesis 2: La utilidad percibida influye positivamente sobre la actitud hacia el uso.

Tabla 5.12 Hipótesis 2 y 3 MAT original

Variables Independientes	Coefficientes estandarizados (β)	Significancia
Facilidad de uso (FUP)	-.063	.741
Utilidad percibida (UP)	.573	.001

Variable dependiente Actitud hacia el uso (ACT)

Con base en el análisis estadístico desarrollado a ambos modelos, se deja evidencia clara que el modelo propuesto MAT-SIG resulta ser sólido y mejor fundamentado que el MAT original, debido a que la asociación entre las variables externas definidas y las variables propias del modelo, resultó ser fuerte en comparación con la obtenida en el modelo original, en dónde se encontró una débil asociación entre las variables facilidad de uso y actitud hacia el uso, también se encontró que las variables externas añadidas al MAT (capas de información, modelo de representación y análisis espacial) resultaron tener mayor relación y mayor pronóstico de predicción con las variables dependientes (facilidad de uso y utilidad percibida), por lo que no se rechazaron las hipótesis propuestas que

sustentan al MAT-SIG, caso contrario ocurrió con el MAT original, de las tres hipótesis planteadas no se cumplió una, por lo que se llega a la conclusión de que el modelo MAT original no es suficiente para evaluar el uso de los SIG ya que no contempla las características que particularizan este tipo de sistemas de información, en consecuencia la extensión propuesta en este trabajo es ideal para evaluar la aceptación de los usuarios de los SIG debido a que incluye todas las características que los diferencia de los demás sistemas de información.

5.4 Un caso de evaluación

La extensión del modelo presentada en el capítulo 3 está enfocada a los Sistemas de Información Geográfica (SIG), debido a una necesidad real de medir la aceptación de tecnologías de este tipo dentro de las empresas mexicanas, en este caso SAGARPA, actualmente se encuentran en funcionamiento dos aplicaciones de este tipo SIAD E módulo de SIMAFIN desarrolladas en el laboratorio de Procesamiento Inteligente de Información Geoespacial del Centro de Investigación en Computación, el desarrollo de este sistema estuvo a cargo del Dr. Miguel Jesús Torres Ruiz.

A continuación se muestra el proceso de interacción con la herramienta durante una evaluación, para ello se estimará la aceptación de las herramientas proporcionadas la prueba se realiza a un grupo de 30 personas.

5.4.1 Pantalla principal

La Figura 5.4 muestra la pantalla principal de la aplicación en ella se muestra un apartado para que los evaluadores inicien sesión y en el menú se presentan dos opciones, Evaluadores que permite registrar uno nuevo y empleados que permite iniciar sesión a los empleados que participarán en la evaluación.



Figura 5.4 Pantalla principal de MAT-SIG.

5.4.2 Acceso a MAT-SIG

Para poder ingresar al sistema el evaluador procede a ingresar su usuario y contraseña (véase Figura 5.5) si ya se encuentra registrado de lo contrario puede dirigirse al enlace “Registrarse” y llenar un formulario para registrarse y posteriormente ingresar al sistema (véase Figura 5.6).

Figura 5.5 Autenticación de usuario.

REGISTRO DE EVALUADORES

Nombre:

Apellido Paterno:

Apellido Materno:

Ciudad:

Correo:

Empresa:

Nombre de usuario:

Contraseña:

Figura 5.6 Formulario de registro de evaluadores

5.4.3 Pantalla principal de sesión (evaluadores)

Una vez registrado el evaluador ingresa al sistema con su usuario y contraseña la Figura 5.7 muestra la pantalla principal de sesión de evaluador.

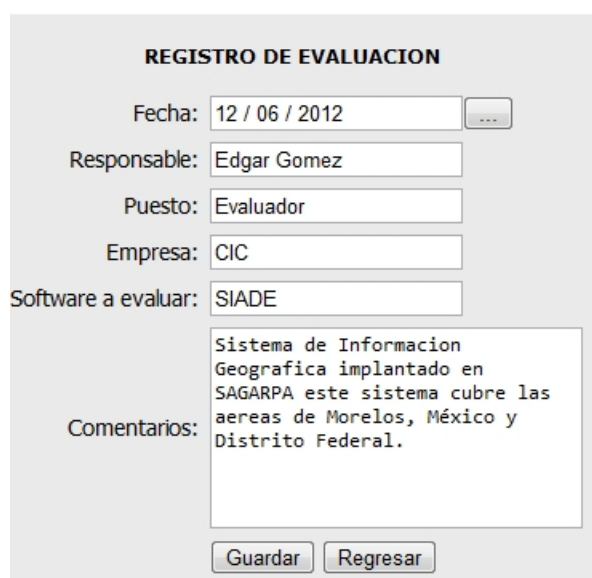


Figura 5.7 Pantalla principal sesión de evaluador

En el menú del evaluador se presentan opciones básicas como: visualizar perfil, actualizar cuenta, en la opción registrar se pueden registrar a los empleados, en opciones permite registrar una nueva evaluación y en consultar permite ver los empleados registrados y evaluaciones realizadas.

5.4.4 Crear una nueva evaluación.

Para crear una nueva evaluación el evaluador selecciona del menú Evaluaciones y Nueva se presenta un formulario para ingresar los datos de la evaluación a crear (véase Figura 5.8).



El formulario, titulado "REGISTRO DE EVALUACION", contiene los siguientes campos:

- Fecha: 12 / 06 / 2012 (con un botón de calendario "...")
- Responsable: Edgar Gomez
- Puesto: Evaluador
- Empresa: CIC
- Software a evaluar: SIADE
- Comentarios: Sistema de Informacion Geografica implantado en SAGARPA este sistema cubre las aereas de Morelos, México y Distrito Federal.

En la parte inferior del formulario hay dos botones: "Guardar" y "Regresar".

Figura 5.8 Registro de nueva evaluación.

Los datos que se ingresan son la fecha en que se lleva a cabo la evaluación, el responsable que dirigirá la evaluación el puesto que ocupa dentro de la organización y la empresa a la que pertenece el software que se está evaluando y por ultimo comentarios adicionales para este caso el sistema que se evaluara es SIADE.

5.4.5 Registro de empleados

Al guardar los datos de la evaluación se presenta al usuario el formulario para registrar a los empleados que participaran en la evaluación (véase Figura 5.9), se ingresa su información personal y datos adicionales como el departamento al que pertenecen dentro de la organización, antigüedad. Además el evaluador asigna un usuario y contraseña para cada empleado registrado para que ellos inicien sesión en el sistema para poder realizar los cuestionarios que comprenden las variables del modelo.

Para poder llevar a cabo la evaluación de un software debe registrar a los usuarios finales que utilizaran o estan utilizando dicho software

REGISTRO DE USUARIOS

Nombre:

Apellido Paterno:

Apellido Materno:

Edad: años

Sexo:

Departamento:

Antigüedad: años

Asignar usuario:

Asignar contraseña:

Figura 5.9 Registro de empleados

5.4.6 Consultar empleados

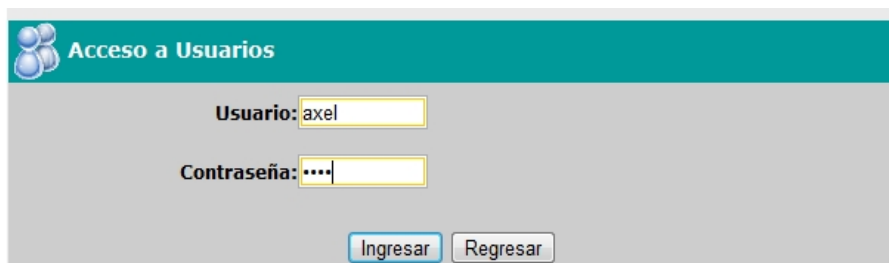
El evaluador puede obtener un listado de los empleados que tiene registrados seleccionando del menú Consultar y Usuarios (véase Figura 5.10) con esto puede ver el estado de cada empleado, es decir, si ya ha contestado la evaluación, así también puede generar un reporte en PDF con el listado de los empleados.

USUARIOS				
USUARIO	EDAD	DEPARTAMENTO	ANTIGÜEDAD	ESTADO
ALARCON MORALES FELIPE	26	SISTEMAS	1	sin evaluar
BERNAL BAUTISTA GABRIELA	26	SISTEMAS	1	sin evaluar
CHAVEZ HERNANDEZ AXEL	24	SISTEMAS	1	sin evaluar
DÍAZ DÍAZ JAIME	30	SISTEMAS	1	sin evaluar
PILO GONZALEZ GUSTAVO	26	SISTEMAS	1	sin evaluar
RIVERA MENDIOLA FABIOLA	26	RHH	2	sin evaluar
SILOS MARTINEZ CARLOS	26	SISTEMAS	1	sin evaluar
SUAREZ OROPEZA MIGUEL	26	SISTEMAS	1	sin evaluar
ZERMEÑO NAVA OSCAR	26	SISTEMAS	2	sin evaluar
ZUÑIGA ZURITA ZAETH	26	SISTEMAS	1	sin evaluar

Figura 5.10 Consulta de empleados

5.4.7 Sesión de empleados

Para poder contestar la encuesta los empleados inician sesión con el usuario y contraseña que el evaluador les asignó previamente (véase Figura 5.11), una vez que se ha ingresado al sistema se presentan una serie de preguntas que conforman la encuesta (véase Figura 5.12) estas preguntas son referente a las variables que se explicaron en el capítulo 3.

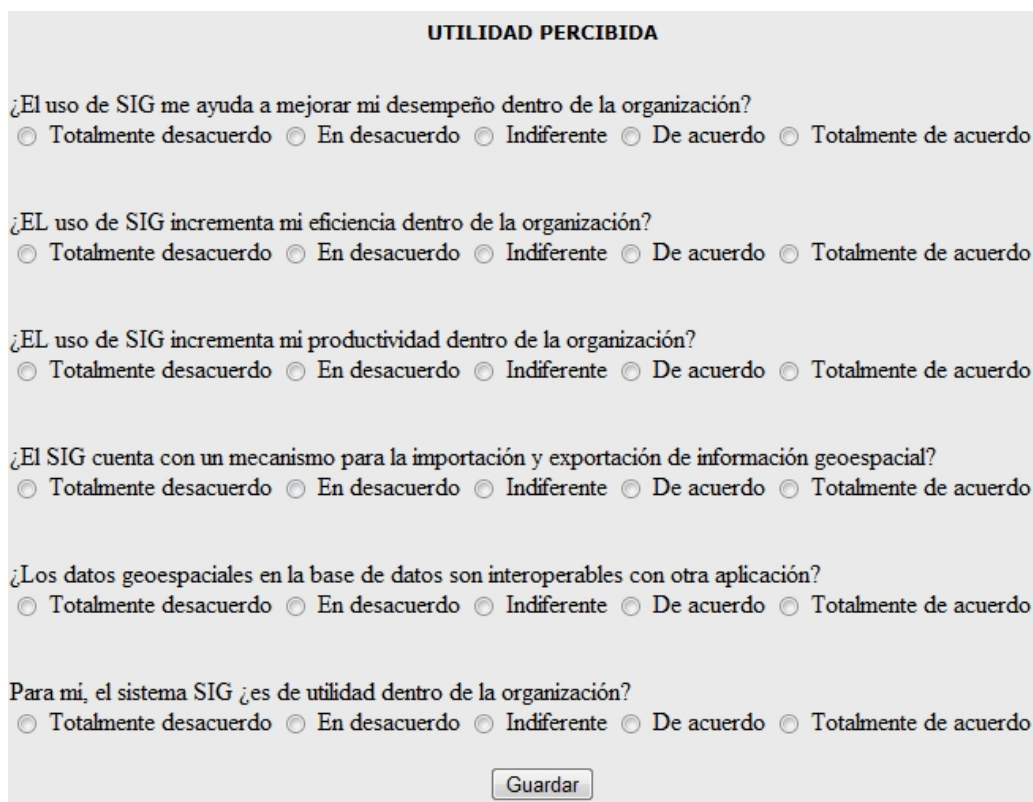


Acceso a Usuarios

Usuario:

Contraseña:

Figura 5.11 Autenticación del empleado



UTILIDAD PERCIBIDA

¿El uso de SIG me ayuda a mejorar mi desempeño dentro de la organización?

☐ Totalmente desacuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Indiferente ☐ De acuerdo ☐ Totalmente de acuerdo

¿EL uso de SIG incrementa mi eficiencia dentro de la organización?

☐ Totalmente desacuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Indiferente ☐ De acuerdo ☐ Totalmente de acuerdo

¿EL uso de SIG incrementa mi productividad dentro de la organización?

☐ Totalmente desacuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Indiferente ☐ De acuerdo ☐ Totalmente de acuerdo

¿El SIG cuenta con un mecanismo para la importación y exportación de información geoespacial?

☐ Totalmente desacuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Indiferente ☐ De acuerdo ☐ Totalmente de acuerdo

¿Los datos geoespaciales en la base de datos son interoperables con otra aplicación?

☐ Totalmente desacuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Indiferente ☐ De acuerdo ☐ Totalmente de acuerdo

Para mí, el sistema SIG ¿es de utilidad dentro de la organización?

☐ Totalmente desacuerdo ☐ En desacuerdo ☐ Indiferente ☐ De acuerdo ☐ Totalmente de acuerdo

Figura 5.12 Encuesta

Cabe mencionar que una vez que el usuario termina de responder la encuesta su sesión se elimina esto con el fin de que no entre al sistema y vuelva a responder la encuesta y esto interfiera en los resultados de la evaluación.

5.4.8 Consulta de evaluaciones.

El evaluador puede consultar las evaluaciones que ha realizado eligiendo del menú Consultar y Evaluaciones (véase Figura 5.13), en este listado puede ver la fecha de la evaluación, el responsable, la empresa y el software que se evaluó, tiene la opción de abrir la evaluación seleccionando “ver”, muestra la evaluación teniendo la opción de generar el reporte en PDF (véase Figura 5.14).

EVALUACIONES				
FECHA	RESPONSABLE	EMPRESA	SOFTWARE	
12 / 06 / 2012	EDGAR GOMEZ	CIC	SIADE	ver

Figura 5.13 Listado de Evaluaciones.

EVALUACION

Fecha:

12 / 06 / 2012

Responsable:

EDGAR GOMEZ

Puesto:

EVALUADOR

Empresa:

CIC

Software:

SIADE

Comentarios:

Sistema de Informacion Geografica implantado en SAGARPA este sistema cubre las aereas de Morelos, México y Distrito Federal.

Regresar

Resultados

Imprimir

Figura 5.14 Listado de Evaluaciones.

5.4.9 Reporte y gráficas

Para generar el reporte y las gráficas de la evaluación de la pantalla de la Figura 5.14, el botón resultado muestra la pantalla mostrada en la Figura 5.15, en la cual se muestran las variables del modelo y seleccionando el enlace de “visualizar”, se muestran los gráficos para cada variable implicada en el modelo (véase Figura 5.16).

RESULTADOS	
VARIABLE	GRAFICOS
Utilidad Percibida	Visualizar
Facilidad de Uso	Visualizar
Actitud hacia el Uso	Visualizar
Modelo de representación	Visualizar
Análisis espacial	Visualizar
Capas de información	Visualizar
Uso Actual	Visualizar
Inicio Regresar	

Figura 5.15 Resultados por variable.

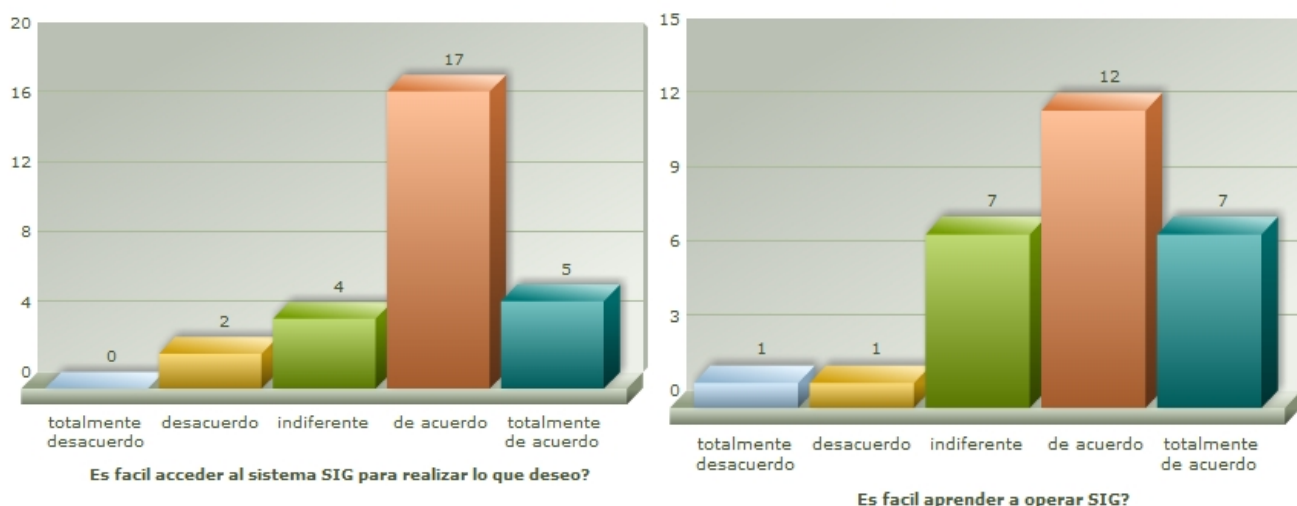


Figura 5.16 Resultados por variable.

Las gráficas que se generan se presentan por cada pregunta de la variable implicada en el modelo en el caso de la Figura 5.16, se presentan dos de las preguntas de facilidad de uso, con estas gráficas se puede contabilizar el número de individuos que están conformes o inconformes de acuerdo al aspecto que se está considerando.

La generación del reporte cuando se despliegan los datos de la evaluación da la opción de imprimir el reporte final de la evaluación (véase Figura 5.17) seleccionando el botón “imprimir”.

*****REPORTE DE EVALUACION*****

Fecha de la evaluacion: 17 / 06 / 2012

Responsable: EDGAR GOMEZ

Puesto: SISTEMAS

Empresa: CIC

Software evaluado: SIADE

Comentarios: Sistema Analizador de Datos Espaciales implantado en SAGARPA

-----RESULTADOS-----

VARIABLE	RESULTADO
Facilidad de uso	FAVORABLE
Utilidad percibida	FAVORABLE
Análisis Espacial	FAVORABLE
Modelo de representación	FAVORABLE
Capas de información	FAVORABLE
Actitud hacia el uso	FAVORABLE
Uso actual	ALTO

El Sistema SIADE tiene un nivel de aceptación del: 80%

Total de entrevistados: 30

Nombre y Firma del encargado

Figura 5.17 Reporte final

El reporte se compone de los datos de la evaluación como la fecha en que se llevó a cabo, el responsable que estuvo a cargo de realizarla, el software que se evaluó, etc. Los resultados que se obtienen son por cada variable del modelo, se obtiene una puntuación de acuerdo a la Tabla 5.13.

Tabla 5.13 Puntuaciones

Puntuación	Resultado
1-2	Muy desfavorable
2-3	Desfavorable
3-4	Favorable
4-5	Muy favorable

Las puntuaciones de la Tabla 5.13 se aplican a las variables de utilidad, facilidad, modelo de representación, análisis espacial, capas de información y actitud.

Para medir la variable de uso actual se emplea la Tabla 5.14.

Tabla 5.14 Puntuación para el uso actual.

Puntuación	Resultado
<2	Bajo
2-4	Considerable
>4	Alto

Para el caso de prueba que se planteó se obtiene que:

La utilidad percibida por el usuario es favorable, es decir, para el usuario es de gran utilidad el sistema en su trabajo y lo encuentra eficiente a la hora de realizar sus actividades.

La facilidad de uso es favorable, el usuario encuentra fácil de manejar el sistema para realizar sus actividades así mismo considera que es fácil de aprenderlo a manejar.

La actitud del usuario frente al SIADE es favorable, el usuario está de acuerdo en el empleo del sistema para llevar a cabo sus actividades y considera que es adecuado el uso de SIADE dentro de SAGARPA.

En cuanto al modelo de representación, análisis espacial y capas de información del sistema, el usuario tiene una percepción favorable, el usuario encuentra funcional el

sistema y considera que todas las funciones que le proporciona el sistema le son de gran ayuda para realizar su trabajo, esto en cuanto a las operaciones de análisis espacial, las capas temáticas y el modelo de datos que emplea para realizar sus actividades.

En términos del uso actual del sistema se obtiene un uso alto, debido a que es un sistema que actualmente se encuentra en uso y la percepción y las creencias del usuario respecto al sistema son positivas.

5.5 Resumen de capítulo

Todo instrumento o modelo necesita ser validado para establecer que sea un modelo confiable y consistente, en la primer parte de este capítulo se realizó la validez del modelo propuesto MAT-SIG así también como el modelo MAT original, compararse los resultados se llegó a la conclusión de que el modelo MAT original no es suficiente para evaluar la aceptación de los usuarios del uso de los SIG puesto que no considera las características propias de estos sistemas por lo que lo hace un modelo incompleto en esta área de los sistemas de información, en consecuencia el modelo MAT-SIG resulta ser ideal ya integra variables que cubren aspectos relevantes de los SIG y que influyen sobre la aceptación de estos sistemas. En la segunda parte del capítulo se mostró un caso de evaluación para describir el funcionamiento de la herramienta que se diseñó e implementó en el capítulo 4.

Capítulo 6

6.1 Conclusiones

Actualmente el tema de la aceptación tecnológica sigue siendo un tema de interés, durante los últimos 20 años se han desarrollados modelos y teorías que ayuden a entender el comportamiento de los usuarios respecto de cómo llegan a aceptar y usar determinadas tecnologías.

A lo largo de este trabajo se estudiaron a profundidad los modelos y teorías más importantes en materia de aceptación tecnológica, prestando principal atención en el Modelo de Aceptación Tecnológica (MAT), en el que está basado este trabajo de tesis, el MAT ha resultado ser un modelo mundialmente aceptado ya que se ha empleado con éxito en países como India, China, España, Venezuela, Estados Unidos y Colombia, por mencionar algunos y ha resultado altamente efectivo a la hora de evaluar la aceptación y uso de tecnologías por un gran número de usuarios, así también el MAT ha sido objeto de estudio por numerosos autores, en consecuencia se han desarrollado nuevas extensiones de este modelo para aplicarlo a diferentes sistemas de información.

Con el estudio exploratorio realizado de las teorías y modelos más utilizados en el tema de adopción y aceptación de nuevas tecnologías, se destacó por qué el MAT ha sido de los más empleados y se justificó su empleo en esta investigación. Con el análisis exploratorio de los Sistemas de Información Geográfica (SIG) proporcionados para este trabajo y la revisión de la literatura sobre estos sistemas, se definieron las nuevas variables externas inherentes a los SIG y con ello se estableció una nueva extensión del MAT, estas nuevas variables particularizan a estos sistemas, tomando en cuenta sus características más importantes que los diferencian de otros sistemas de información, haciéndolos un caso particular de estudio, ya que en la literatura sobre el MAT no se ha realizado algún trabajo enfocado hacia estos sistemas.

Se realizó un análisis estadístico para probar la nueva extensión del modelo y contrastar las hipótesis establecidas, así mismo se efectuó el mismo análisis al MAT original, con los resultados obtenidos se concluyó que el MAT por sí solo no es suficiente para evaluar la aceptación de los usuarios hacia los SIG, ya que no incorpora características importantes de estos sistemas.

Con base en la nueva extensión del modelo, se diseñó e implementó una herramienta de software para automatizar el proceso de evaluación, para cubrir este objetivo se diseñó e implementó una aplicación Web debido a la portabilidad y disponibilidad que ofrece. En este trabajo se presentó el análisis, diseño y pruebas de la herramienta con un pequeño caso de estudio.

Por último, actualmente se encuentra que las tecnologías de información han tenido gran impacto y las organizaciones han decidido implantarlas por la gran cantidad de beneficios que se obtienen, pero para que esto se lleve a cabo, se tiene que tomar en cuenta al usuario final, se debe determinar que los usuarios estén perfectamente capacitados para manejar los sistemas y por otra parte, que estén totalmente de acuerdo con la nueva forma de realizar su trabajo y hacer notar que su participación es importante dentro de la empresa.

6.2 Trabajo futuro

No obstante, a pesar de los interesantes resultados obtenidos, este trabajo presenta una serie de limitaciones que abre una serie de posibles líneas de investigación para el futuro. Una de las principales limitaciones del presente trabajo es el hecho de que el modelo se aplicó a una muestra solo de 30 individuos; en consecuencia, sería conveniente validar nuevamente el modelo propuesto con una muestra más amplia.

En segundo lugar, en este trabajo se analizan únicamente dos Sistemas de Información Geográfica (SIADE-SAGARPA Y SIADE-DF); por ello, con el fin de generalizar los resultados para todo tipo de Sistema de Información Geográfica (SIG), sería interesante replicar el presente estudio aplicándolo a una mayor variedad de SIG.

En tercer lugar, otra de las líneas futuras, sería definir nuevas variables externas subyacentes a los Sistemas de Información Geográfica y probar como influyen en la facilidad de uso y utilidad percibida y validar cada una de estas variables con el fin de enriquecer el modelo propuesto.

En cuarto lugar, la validez de un instrumento o modelo demostrado en un momento dado, no debe de quedarse ahí, porque es un proceso continuo. De tal suerte el seguir investigando en esta área con la agregación de otros elementos encontrados por otros investigadores puede ayudar a reforzar la evaluación de los SIG.

Por último, resultaría interesante realizar técnicas estadísticas más complejas, como por ejemplo análisis de ecuaciones estructurales, ya que con este tipo de análisis se aportarían las relaciones de causalidad que existen entre la facilidad de uso y la utilidad percibida y las variables externas que se definan para el modelo.

Bibliografía

- [1] Venkatesh, V & Davis, F. "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies", *Management Science*, vol. 46, pp. 186-204, 2000.
- [2] Calero, M. R & Martínez, M. *Impacto de las nuevas tecnologías en los canales de distribución financieros*. Madrid: Dykinson, 2005.
- [3] Zmud, R. *Framing the domains of IT Management*, Cincinnati, Ohio: Pinaflex Educational Resources, Inc., 2000.
- [4] Venkatesh, V & Bala, H. "Technology Acceptance Model 3 and a Research Agenda on Interventions", *Decision Sciences*, vol. 39, pp. 273-315, 2008.
- [5] Martín, M. T & Román, M. V. *Utilización de modelos de predicción del uso de la tecnología como base para la segmentación*, Madrid: Dykinson, 2006.
- [6] Rogers, M. *Diffusion of Innovations*, New York, NY: New York: Free Press of Glencoe, 1962.
- [7] Tyre, M. J & Orlikowski, W. J. "Windows of opportunity: temporal patterns of technological adaptation in organizations", *Organization Science*, Vol. 5, No. 1, pp. 98-118, 1994.
- [8] Rogers, M. *Diffusion of Innovations*, New York, NY: New York: Free Press, 2003.
- [9] Fishbein, M & Ajzen, I. *Belief, attitude, intention, and behavior: An introduction to theory and research*. Reading, Mass.: Addison-Wesley, 1975.
- [10] Stefani, D. "Teoría de la Acción Razonada: Una propuesta de evaluación cuali-cuantitativa de las creencias acerca de la institucionalización geriátrica", *Evaluar*, vol. 5, pp. 22-37, 2005.
- [11] Ajzen, I. "The theory of planned behavior", *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol. 2, No. 50, pp. 179-211, 1991.
- [12] Azjen, I & Fishbein, M. *Understanding attitudes and predicting social behavior*, Englewood-Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1980.
- [13] Davis, F. "Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology", *MIS Quarterly*, Vol. 13, No. 3, pp. 319-340, 1989.
- [14] López, J. M & López, L. M. "Estudio comparado de las estimaciones de dos versiones del TAM mediante los programas AMOS y PLS", *Investigaciones Europeas*, Vol. 12, pp. 95-110, 2006.
- [15] Bandura, A. "Self-efficacy mechanism in human agency". *American Psychologist*, Vol. 37, No. 2, pp.122-147, 1982.

- [16] Kelman, H. C. "Compliance, Identification and Internalization: Three Processes of Attitude Change", *Journal of Conflict Resolution*, Vol. 2, No. 1, pp. 51-60, 1958.
- [17] Warshaw, P.R. "A New Model for Predicting Behavioral Intentions: An Alternative to Fishbein", *Journal of Marketing Research*, Vol. 17, No. 2, pp. 153-172, 1980.
- [18] Davis, F., Bagozzi, R & Warshaw, P. "User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models", *Management Science, INFORMS*, Minnesota, pp. 982-1003, 1989.
- [19] Yong, L.A., Rivas, L.A. & Chaparro, J. "Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC", *Innovar*, pp. 187-204, 2010.
- [20] Amoako-Gyampah, K & Salam, A. F. "An extension of the technology acceptance model in an ERP implementation environment", *Information & Management*, Vol. 41, pp. 731-745, 2004.
- [21] Hu, P., & Lin, C & Chen, H. "User acceptance of intelligence and security informatics technology: A study of COPLINK." *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, Vol. 56, No. 3, pp. 235-244, 2005.
- [22] Chau, Y. K & Hu, P. "Investigating healthcare professionals' decisions to accept telemedicine technology: An empirical test of competing theories", *Information & Management*, Vol. 39, No. 4, pp. 297-311, 2002.
- [23] Huang, E. "The acceptance of women-centric websites", *The Journal of Computer Information Systems*, Vol. 45, No. 4, pp. 75-83, 2005.
- [24] Moon, J. W & Kim, Y. G. "Extending the TAM for a world-wide-web context", *Information & Management*, Vol. 38, No. 4, pp. 217-230, 2001.
- [25] Gong, M., Xu, Y & Yu, Y. "An enhanced technology acceptance model for web-based Learning", *Journal of Information Systems Education*, Vol. 15, No. 4, pp. 365-374, 2004.
- [26] Mathieson, K., Peacock, E & Chin, W. "Extending the technology acceptance model: The influence of perceived user resources", *The Data Base for Advances in Information Systems*, Vol. 32, No. 3, pp. 86-112, 2001.
- [27] Shih, H. P. "Extended technology acceptance model of internet utilization behavior", *Information & Management*, Vol. 41, No. 6, pp. 719-729, 2004.
- [28] Lorenzo, C & Alarcón, M. de Amo, "Adopción de redes sociales virtuales: ampliación del modelo de aceptación tecnológica integrando confianza y riesgo percibido", *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa*, Vol. 14, pp. 194-205, 2010.
- [29] Vega, E. A. *Los sistemas de información y su importancia para las organizaciones y empresa*, <http://www.gestiopolis.com/Canales4/mkt/simparalas.htm>, Consultado 10 de Julio de 2011.

- [30] Peña, J. *Sistemas de información geográfica aplicados a la gestión del territorio*, Alicante: Club Universitario, 2008.
- [31] Maguire, D., Goodchild, M & Rhind, D., *Geographical Information Systems: Principles and Applications*. Nashua, NH: Longman Science & Technology, 1991.
- [32] Femenía, M. C. *Sistemas de Información Geográficos (SIG o GIS)*, http://www.divisiongis.com/backup/docs/Que_es_GIS.pdf, Consultado 10 de Julio de 2011.
- [33] Comas, D & Ruiz, E. *Fundamentos de los sistemas de información geográfica*, Barcelona: Ariel, 1993.
- [34] Cebrian, J. A. *Información Geográfica y Sistemas de Información Geográfica*, Cantabria: Universidad de Cantabria, 1988.
- [35] Unwin, D.J. *Introductory Spatial Analysis*, London: Methuen & Co, 1981.
- [36] Torres, M. *Herramienta SIG de escritorio para la recuperación, manejo y análisis de datos espaciales*, Tesis de Maestría, México D.F., Centro de Investigación en Computación IPN, 2001.
- [37] Domínguez, J. *Breve introducción a la cartografía y a los sistemas de información geográfica*. Madrid: CIEMAT, 2000.
- [38] Toledo, N. *Modelado de datos orientado a objetos para un sistema de información geográfica*, Tesis Licenciatura, Puebla, Universidad de las Américas, 1999.
- [39] Serón, N & Montenegro, C. *Sistemas Abiertos de Información Geográfica*, Manual de Usuario, SAIG S.L. Gines, Sevilla, 2006. <http://www.cfh.ufsc.br/~nipp/materiais/kosmodesktopgeneral.pdf> Consultado 06 de Octubre de 2012.
- [40] Lorenzo, C., Gómez, M. A & Alarcón, M. C. Redes sociales virtuales, ¿de qué depende su uso en España?, *Innovar*, Vol. 21, No. 41, pp. 145-157, 2011.
- [41] Pressman, R. *Ingeniería de software, Un enfoque práctico*. México: McGraw Hill, 2003.
- [42] Bohrnstedt, G. W., *Evaluación de la confiabilidad y validez en la medición de actitudes*, México D.F.: Trillas, 1976.
- [43] Carmines, E. G & Zeller. R. A. "Reliability and Validity assessment", (*Quantitative applications in the Social Sciences*, Vol. 17). SAGE Publications, 1979.
- [44] Toral, S.L., et al., "Análisis de una herramienta educativa remota sobre procesadores digitales de señal desde la perspectiva de los modelos de aceptación tecnológica", *Pixel-Bit. Revista de medios y educación*. No. 29, pp. 87-100, 2007.
- [45] Morales, P. *Correlación y regresión, simple y múltiple*, Madrid: Universidad Pontificia Comillas, 2011.

- [46] SPSS para la investigación estadística, *Consultores en estadística e informática*, Moquegua Perú, 2011.
http://www.coesi.com.pe/archivos/cursos/spssintermedio/SILABO_INFERENCIA_ESTADISTICA.pdf Consultado 06 de Octubre de 2012.
- [47] Castañeda, M. B & Cabrera, A. *Procesamiento de datos y análisis estadísticos utilizando SPSS*, Porto Alegre: EDIPUCRS, 2010.
- [48] Hedderson, J. *SPPS /PC + Made Simple*. : Marla Nowick, 1991.
- [49] Gianfelici, E. Conceptos de Sistemas de Información Geográfica, Universidad Nacional del Litoral, Argentina, <http://www.mapasymapas.com.ar>, Consultado 10 de Julio de 2011.
- [50] Maguire, D. J. *Geographic information systems and science*, London: Wiley, 2005.
- [51] Núñez, M. *Análisis de los sistemas de información geográficos y sus aplicaciones en ingeniería civil*, Tesis de Licenciatura, Guatemala, Universidad Mariano Gálvez, Facultad de Ingeniería, 2010.
- [52] Quiros, M. *Tecnologías de la Información Geográfica (TIG) cartografía, fotointerpretación, teledetección y SIG*, Salamanca: Universidad de Salamanca, 2011.
- [53] Tinoco, R. *Definición y algunas aplicaciones de los Sistemas de Información Geográfica*. México, D.F.: Universidad Iberoamericana, 2010.

Glosario

Autoeficacia	Es la impresión de que uno es capaz de desempeñarse de una cierta forma y de poder alcanzar ciertas metas.
Conductual	Relativo a la conducta o comportamiento.
Constructo	Es la construcción teórica para resolver un problema científico determinado.
Correlación	Indica la fuerza y la dirección de una relación lineal y proporcionalidad entre dos variables estadísticas.
Exógeno	De origen externo
Heterofilia	Estado de afinidad por algo inusual o anormal
Hemofilia	Es el grado de similitud entre dos individuos que se comunican
Punto de inflexión	Es un punto donde los valores de x de una función continua pasan de un tipo de concavidad a otra.
Innovación	Creación o modificación de un producto y su introducción en un mercado.
Instrumentalidad	Según la sociología funcionalista, propiedad de la acción social, por la cual esta se orienta hacia una meta o es un medio para alcanzarla.
Intrínseco	Característico, esencial.
Regresión	Es la tendencia de una medición extrema a presentarse más cercana a la media en una segunda medición
Subjetivo	Que pertenece al sujeto, en oposición con el término objetivo, que designa lo relativo al objeto

Acrónimos

B2C	Abreviatura de la expresión Business-to-Consumer («del negocio al consumidor»).
DBMS	DataBase Manager System, Sistema Manejador de base de Datos.
ERP	Enterprise resource planning, Planeación de Recursos Empresariales
ESRI	Environmental Systems Research Institute.
HTML	HyperText Markup Language, Lenguaje de Marcado de Hipertexto.
IDT	Diffusion of Innovations Theory, Teoría de Difusión de Innovaciones
LFMN	Ley Federal sobre Metrología y Normalización
MIT	Massachusetts Institute of Technology, Instituto Tecnológico de Massachusetts
MySQL	My Structured Query Language, Lenguaje de Consulta Estructurado.
PHP	HyperText Preprocessor.
SAGARPA	Secretaria De Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca Y Alimentación
SENASICA	Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria
SI	Sistema de Información
SIADE	Sistema Analizador de Datos Espaciales
SIG	Sistema de Información Geográfica
SIMAFIN	Sistema de Monitoreo y Alerta Fitosanitario Nacional
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences, Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales
TAM	Technology Acceptance Model, Modelo de la aceptación de la Tecnología
TI	Tecnologías de Información
TPB	Theory of the Planned Behavior, Teoría del Comportamiento Planeado
TRA	Theory of Reasoned Action, Teoría de Acción Razonada
UML	Unified Modeling Language, Lenguaje Unificado de Modelado
WAMP	Windows Apache MySQL PHP, Perl, Python

Anexo A

Conceptos referentes a los Sistemas de Información Geográfica:

Información Geográfica: Se denomina información geográfica (a veces referido con el acrónimo IG) a aquellos datos espaciales georeferenciados requeridos como parte de las operaciones científicas, administrativas o legales. Dichos geodatos poseen una posición implícita (la población de una sección censal, una referencia catastral, etc.) o explícita (coordenadas obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS, etc.) [49].

Dato Geográfico: También llamado geodato, es el que está localizado en el espacio, respecto de algún sistema de referencia [49].

Geoprocesamiento: Es un conjunto de tecnologías orientadas a la recopilación y **tratamiento** de informaciones espaciales con un objetivo específico, como ser, dar respuesta a un problema o situación concreta [49].

Georeferenciación: Se refiere al posicionamiento con el que se define la localización de un objeto espacial (representado mediante punto, vector, área, volumen) en un sistema de coordenadas determinado. Este proceso es utilizado frecuentemente en los Sistemas de Información Geográfica [49].

Elementos de un SIG.

Técnicamente se puede definir un SIG como una tecnología de manejo de información geográfica formada por equipos electrónicos (hardware) programados adecuadamente (software) cuyo principal objetivo es manejar bases de datos de gran tamaño (información geográfica), heterogéneas y georeferenciadas (véase Figura A.1). Interactuar el sistema-intérprete de manera flexible a fin de contribuir en la generación de la información dinámica válida, para la gestión de las diversas actividades y la correspondiente toma de decisiones [50].

Por lo tanto un SIG está integrado por cuatro elementos básicos que operan en un contexto institucional:

- Hardware.
- Software.

- Datos.
- Recursos humanos.

Hardware.

La computadora o red de computadoras sobre la que el sistema de información geográfica opera. Puede ser casi cualquier tipo de plataforma, incluyendo relativamente modestas computadoras personales, Workstation de alto rendimiento, microcomputadoras y mainframes así también, los periféricos tales como mesa de digitalización, scanner, impresora y plotter que se necesiten para la entrada y salida de información.

Una organización requiere de hardware suficientemente específico para cumplir las necesidades de la aplicación. Algunas cosas a considerar incluyen: velocidad, costo, soporte, administración, escalabilidad y seguridad.

Software.

El software de SIG suministra las funciones y herramientas necesarias para almacenar, analizar y mostrar información geográfica.

Los componentes clave del software son:

- Un sistema de manejo de base de datos (SMBD).
- Herramientas para el ingreso y manipulación de información geográfica.
- Herramientas de soporte para consultas, análisis y visualización geográficos.
- Una interfaz gráfica del usuario (GUI) para fácil acceso a herramientas.

En los últimos cinco años, la elección de software no ha sido difícil, dado que quedan unos pocos vendedores principales, y todos los productos son razonablemente fáciles de utilizar y pueden hacer uso de datos estructurados en muchos formatos distintos.

Datos.

El componente más importante para un SIG es la información. Se requiere de adecuados datos de soporte para que el SIG pueda solucionar los problemas y contestar a interrogaciones de la forma más acertada posible. La consecución de datos correctos generalmente absorbe entre un 60 y 80% del presupuesto de implementación del SIG, y la recolección de los datos es un proceso extenso que normalmente demora el desarrollo de productos que son de utilidad. Los datos geográficos y los datos tabulares

relacionados pueden obtenerse por relevamiento propio o adquirirse de un proveedor comercial de datos.

Antes de que los datos geográficos puedan utilizarse en un SIG, deben ser convertidos a un formato digital adecuado. El proceso de convertir datos de mapas analógicos en papel a archivos de computación se llama digitalización. Tecnologías modernas de SIG tienen la capacidad de automatizar este proceso completamente para grandes proyectos; proyectos menos importantes pueden requerir alguna digitalización manual.

Recursos humanos.

El conjunto de técnicas del SIG es de valor limitado ya que sin personal experto, los datos se des-actualizan y se manejan equivocadamente, por consiguiente el hardware y software no se utiliza en todo su potencial.

Los usuarios de SIG varían desde especialistas técnicos, que diseñan y mantienen el sistema, hasta aquellos que lo utilizan para ayudar a realizar sus tareas diarias.

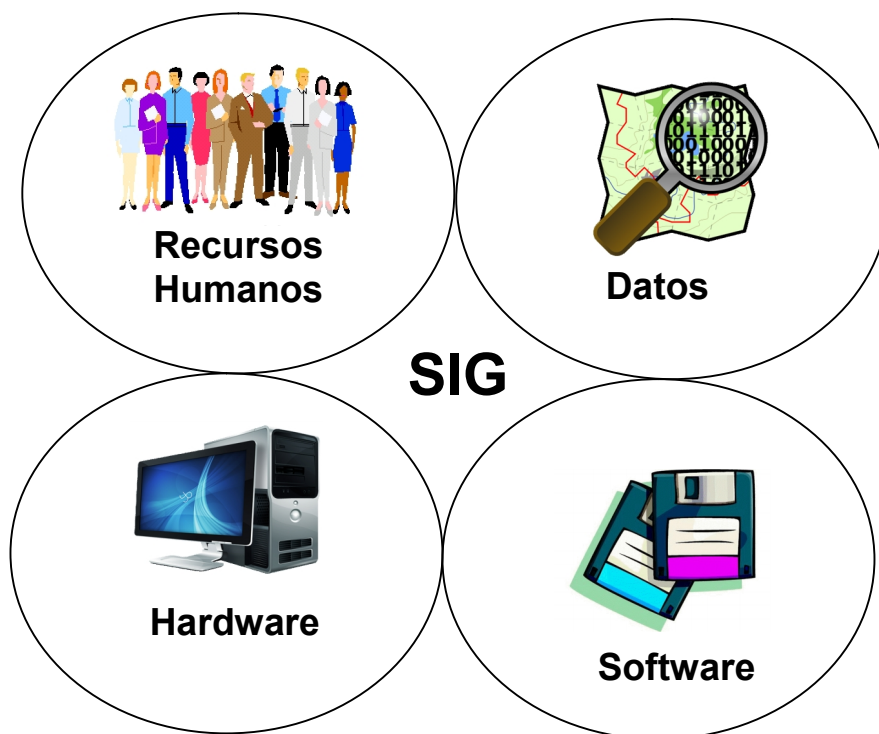


Figura A.1 Elementos de un SIG

Funcionamiento de un SIG.

Funciones de un SIG.

Los Sistemas de Información Geográficos, tienen una serie de funciones diseñadas para la gestión de información geográfica: Captura, registro y almacenamiento de datos: asimismo el paso de información analógica, en papel, a formato digital de una computadora; a través de la digitalización, vectorización, importación y otras. Básicamente un SIG da respuesta y contribuye en la toma de decisiones en los siguientes aspectos:

- Localización *¿Qué hay en...?*
- Condición *¿Dónde sucede que...?*
- Tendencias *¿Qué ha cambiado...?*
- Rutas *¿Cuál es el camino óptimo...?*
- Pautas *¿Qué pautas existen...?*
- Modelos *¿Qué ocurriría si...?*

Estas cuestiones son de interés primordial en actividades relacionadas con la planificación. Para instituciones de investigación, los SIG contribuyen en el estudio de la distribución y monitoreo de recursos, tanto naturales como humanos, tecnológicos, de infraestructura y sociales así como en la evaluación del impacto de las actividades humanas sobre el medio ambiente respectivo. De esta forma se contribuye; por ejemplo, en la planeación de actividades destinadas a la preservación de los recursos naturales [51].

Toda la generación de nueva información que puede proveer un SIG depende significativamente de la información que posee la base de datos disponible. La calidad de esta base de datos y sus contenidos determinan la cantidad y calidad de los resultados obtenidos del SIG.

La construcción e implementación de un SIG en cualquier empresa, es una tarea siempre progresiva, compleja, laboriosa y continua. Los análisis y estudios anteriores a la implantación de un SIG son similares a los que se deben realizar para establecer cualquier otro sistema de información; sin embargo, en los SIG hay que considerar las características especiales de los datos utilizados y sus correspondientes procesos de actualización.

Es indiscutible que los datos son el principal activo de cualquier sistema de información. Por ello el éxito y la eficacia de un SIG se miden por el tipo, la calidad y vigencia de los datos con los que opera.

La información geográfica contiene una referencia territorial explícita como latitud y longitud o una referencia implícita como el domicilio. Las referencias implícitas pueden ser derivadas de referencias explícitas mediante geocodificación.

Estas funciones deben permitir adecuar los datos a una estructura, su objetivo es la obtención de un conjunto de datos temáticos estructurados en capas de forma tal que representen un aspecto de la realidad y que en un análisis interactivo del sistema me permita extraer conclusiones.

Las funciones de un SIG se concretan en tres grandes apartados [52].

1.- En primer término, el agrupamiento de datos en conjuntos coherentes, bien por su origen, o bien por el fin de la investigación que se pretende (véase Figura A.2). Estos conjuntos o archivos deben construirse de acuerdo a formatos que los programas informáticos sean capaces de manejar y que permitan ser consultados como bases de datos; es decir, que faciliten su lectura alfanumérica. Fundamentalmente se presentan en distintos formatos genéricos para cualquier SIG:

- a) Como un conjunto de un modo secuencial (véase Figura A.3a).
- b) Como un conjunto de celdas informativas en matrices (véase Figura A.3b).
- c) Como redes topológicas.
- d) Como tablas organizadas en filas (locaciones geográficas) y columnas (atributos o propiedades de cada localización).

Estas tablas o bases de datos de carácter tradicional, suelen estar relacionadas con otras mediante el uso de campos (columnas) comunes que las interconectan.

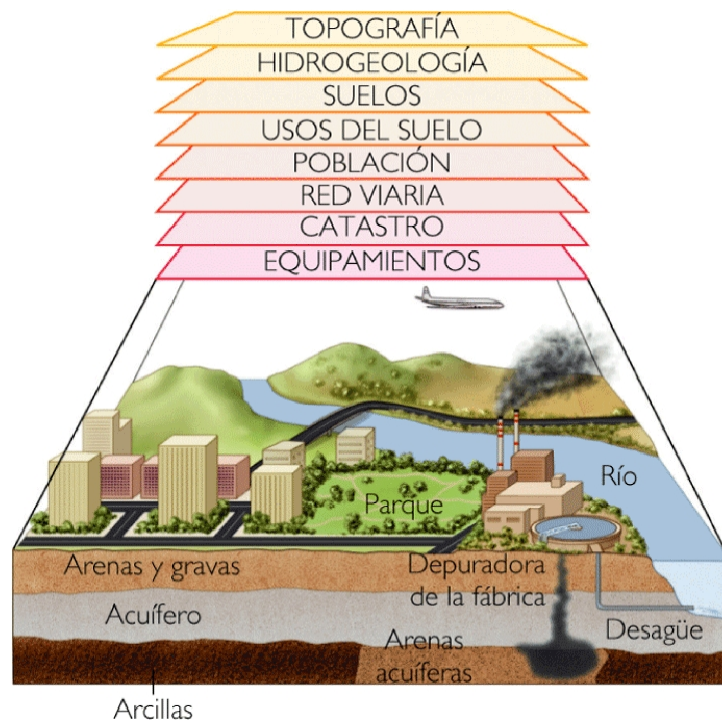


Figura A.2. Un Sistema de Información Geográfica puede mostrar la información en capas temáticas para realizar análisis multicriterio complejos

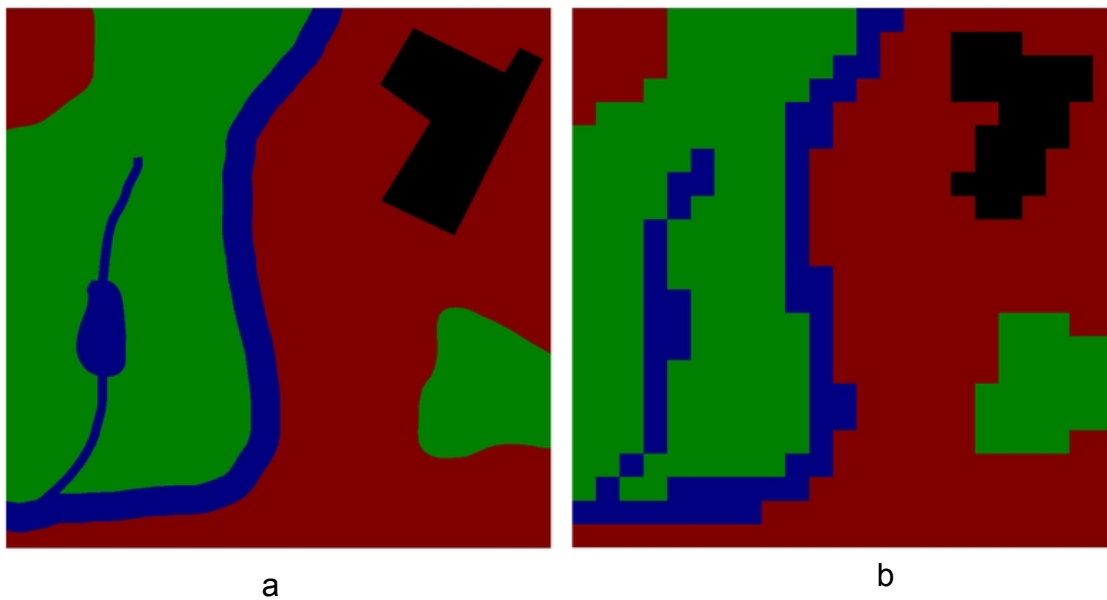


Figura A.3 Interpretación cartográfica a) Vectorial, b) Raster

2.- Una segunda función general que debe tener un SIG es la de traducir el lenguaje alfanumérico de las bases de datos a un lenguaje gráfico que sitúe sus localizaciones en un espacio de representación de la realidad. Es decir, la creación de mapas y demás herramientas cartográficas (véase Figura A.4); bien sean de tipo interactivo, del tipo de lo

que se conoce como 3D (véase Figura A.5), o de cualquier otro tipo. Asimismo esta segunda función permite realizar labores de topología o de relación espacial entre los lugares de localizan los atributos bajo estudio; de manera que faciliten la captación y el manejo de los limites comunes entre los distintos puntos del espacio para realizar agrupaciones y diferenciaciones entre ellos. También permiten consultar datos de cada lugar, seleccionándolo desde los mapas; así como establece redes que son muy importantes para diseñar infraestructuras de conexión de todo tipo entre puntos y espacios geográficos.

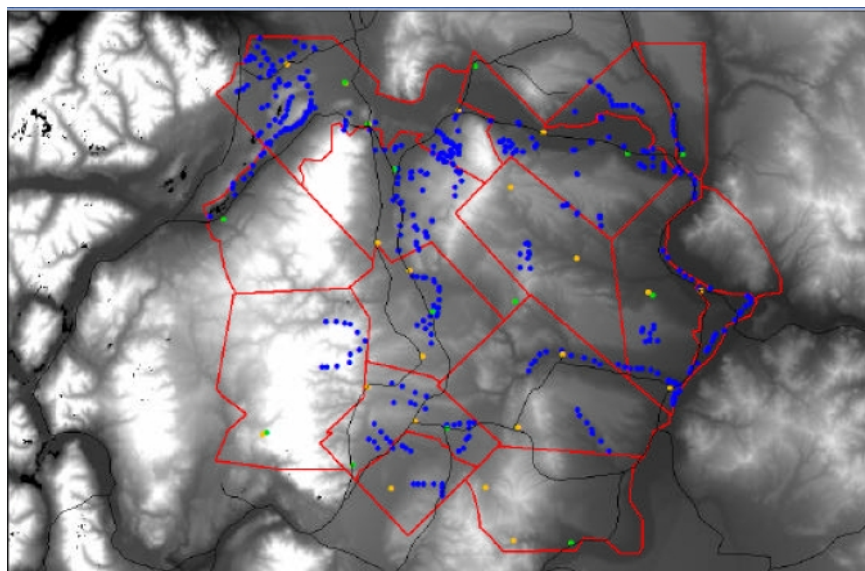


Figura A.4. Sistema de Información Geográfica para un área de la Patagonia.

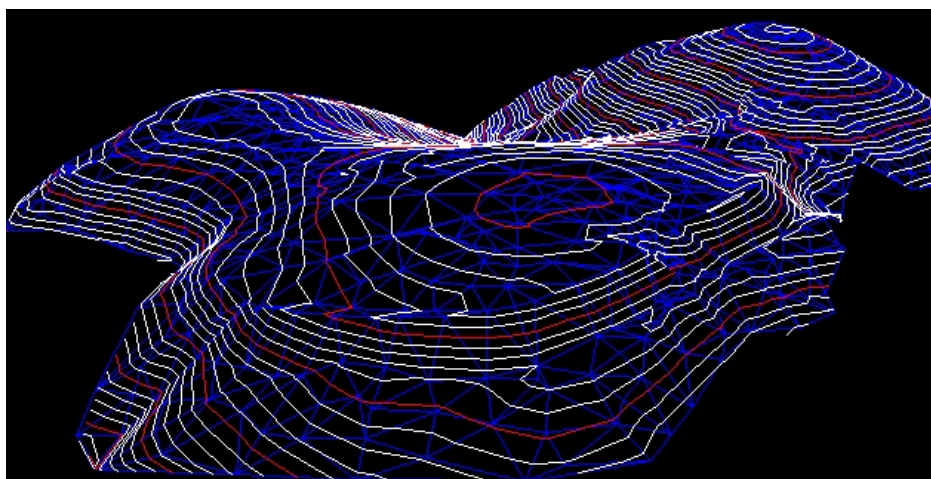


Figura A.5. Representación de curvas de nivel sobre una superficie tridimensional generada por una malla

3.- Es necesario facilitar el que tanto tablas como mapas puedan ser tratados como capas (layers), susceptibles de ser superpuestas entre sí con objeto de deducir nuevos datos

(véase Figura A.6). Esta posibilidad de combinación es la que se consigue con la tercera función general que debe poseer un SIG; el geoprocesado de los datos originarios (véase Figuras A.7). Esta tercera función se consigue con la aportación por el SIG de herramientas de procesamiento de los datos que permiten transformar su información bruta en nueva información geográfica, mediante la aplicación de métodos analíticos y sintéticos, con el fin de realizar modelizaciones y simulaciones del desarrollo de fenómenos en el espacio geográfico. Tales herramientas u operadores informáticos, que generalmente son de carácter lógico y matemático (fundamentalmente estadístico), facilitan la deducción mediante simulaciones y modelos espaciales muy complejos de futuros desarrollos de fenómenos y procesos naturales; así como la elección de áreas ideales del espacio geográfico que cumplan una serie de propiedades (multicriterio) o una serie de potenciales ventajas (multiobjetivo), respecto a otras áreas o lugares, para ayudar a las toma de decisión. Además deben permitir el manejo automático y repentino de grandes tareas de manejo del medio geográfico natural y artificial.

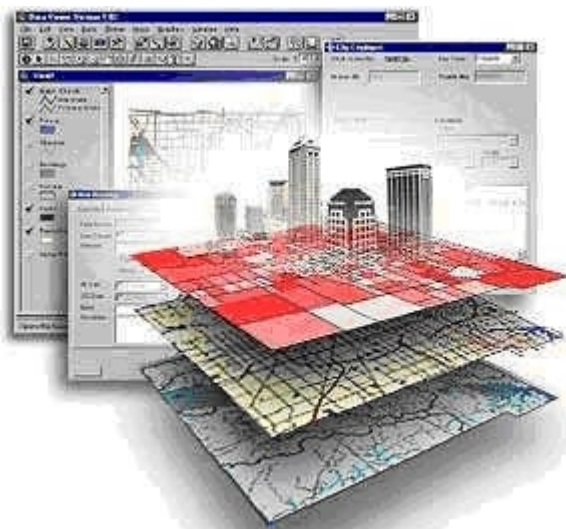


Figura A.6. Geoprocesamiento.

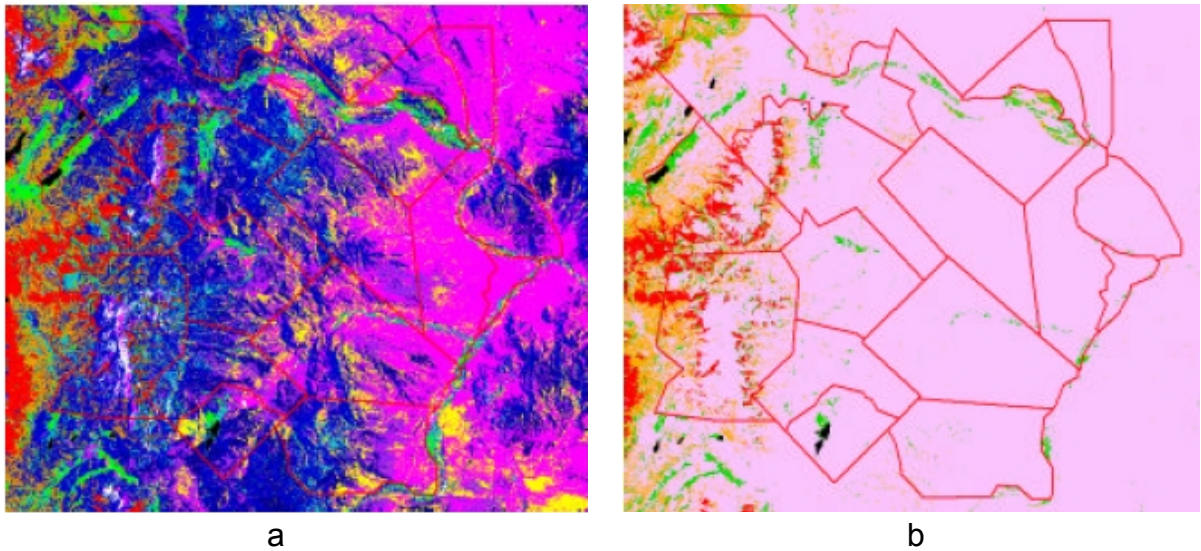


Figura A.7 Mapa temático a) Mapa temático original, b) Mapa temático Geoprocésado.

Aplicaciones de un SIG.

El carácter multipropósito y multidisciplinar que desde su nacimiento tuvieron los SIG ha permitido que sus aplicaciones sean muy variadas, a continuación se mencionan las más importantes [52]:

a) Medio ambiente y recursos naturales:

- Aplicaciones forestales: Desde un comienzo, cuando comenzaron a diseñarse en Canadá, esta es una de las aplicaciones más importantes y que mas desarrollo han tenido, sobre todo para los análisis de riesgo de incendios según múltiples variables, como las iluminaciones solares directas, las aproximaciones a carreteras, los distintos grados de humedad, las distintas especies de árboles, etc.,.
- Cambios en usos de suelo: Programas internacionales, como por ejemplo, el europeo Corine Land Cover, generan cartografías de las dinámicas de degradación y recuperación de los territorios que, a escala 1:100,000, cubren ámbitos regionales.
- Estudios de impactos ambientales: Basándose en evaluaciones multicriterio se determinan los conflictos entre los distintos usos del suelo. Un ejemplo puede ser la propuesta de localización de un vertedero de residuos sólidos urbanos que

deba cumplir una serie de condicionantes, de estilo de que el lugar supere una determinada altitud se encuentre a unas distancias mínimas de humedades, de otros vertederos, de áreas residenciales y de concentraciones de población y a distancias máximas de alguna carretera, por ejemplo.

b) Catastro.

Comprende información, tanto espacial (localización, límites y superficies), como temática (usos, valores y propietarios), acerca de parcelas y bienes inmuebles rústicos y urbanos. Este tipo de SIG suelen ser de diseño exclusivo para esta finalidad, de los que son ejemplos el LIS (Land Information System), el español SIGCA creado en 1988 por el Centro de Gestión Catastral y de Cooperación Tributaria.

c) Transporte.

Este campo temático genera muchas aplicaciones basadas en el carácter lineal de sus infraestructuras (carreteras, ferrocarriles, tendidos eléctricos, cables de telecomunicación, etc.) y permiten el análisis y los diseños de:

- Pendientes, geométricas de las redes señalizaciones en las vías, control de la conservación y el mantenimiento, de las intensidades de tráfico, de los puntos de accidentes frecuentes, etc.
- Impactos territoriales de autopistas, trenes de alta velocidad, aeropuertos, etc.
- Sistemas de navegación para vehículos basados en GPS y en mapas digitales de circulación.
- Planes directores de infraestructuras, etc.

d) Redes de infraestructuras básicas.

Registradas en bases de datos georreferenciadas en codificación alfanumérica para su control y manejo (averías, direccionamiento, etc.) mediante programas SIG, como el de uso extendido AM/FM (Automated Mapping and Facilities Management).

e) Protección Civil: riesgos y catástrofes.

Permiten la localización de focos y zonas de riesgo, así como de sus afectaciones, previsiones y simulaciones (centrales nucleares, de gas, transportes peligrosos, inundaciones y avalanchas, terremotos, etc.)

f) Análisis de mercados.

Adaptados a técnicas de Geomarketing y Geodemografía permiten la localización óptima de posibles centros comerciales polarizados, el diseño de las redes de distribución comercial, etc.

g) Planificación urbana y urbanista.

Facilitan la proyección y el diseño de los Planes Generales de Ordenación Urbana y demás normas subsidiarias o figuras y herramientas legales urbanísticas, cartografiando los impactos de los crecimientos urbanos y asignando los criterios de edificabilidad como información básica. Existen para estos objetivos innumerables SIG municipales.

Así pues existen tantas aplicaciones de los SIG como disciplinas científicas o de explotación.



Figura A.8 Aplicaciones de un SIG.

Ventajas y Alcances de un SIG.

Ventajas.

- Los SIG brindan el salto del mapa impreso en papel al manejo de mapas digitales y el salto al sobre-posicionamiento digital.
- A diferencia de la cartografía digital, que no va más allá de la ubicación de los objetos, los SIG no sólo permiten manipular los elementos de un mapa sino relacionar cada objeto con una información más amplia y establecer relaciones espaciales y de carácter.
- Los SIG permiten análisis matemático y salidas gráficas para visualizar resultados parciales y finales de un trabajo.
- Como los SIG manejan la base de datos por un lado y la presentación por otro, se pueden generar muchos mapas desde los mismos datos.
- La naturaleza interdisciplinar que orienta los trabajos en SIG se hace más fácil pues existe una conexión entre la información temática elaborada a priori por distintos especialistas y el manejo de un área de estudio.

Alcances.

Evidentemente, los SIG componen una herramienta muy eficaz para la gestión de información y su relación con algo tan tangible como un predio, un río o una obra de desarrollo urbano. Sin embargo, es muy importante estar al tanto de los alcances de un sistema como este para aprovechar sus potencialidades al máximo utilizándolo como una referencia más en el delicado proceso de toma de decisiones de la empresa, el gobierno y las asociaciones civiles.

De esta manera se pueden identificar algunas de las capacidades los SIG como herramienta en los procedimientos de gestión [53].

Los SIG permiten:

En la actualidad, debido a la disminución en el costo de los Sistemas Informáticos debido a su proliferación, están materializándose importantes beneficios económicos en las empresas y entidades que implementan esta tecnología SIG.

Entre estos beneficios se destacan:

- Consultar rápidamente las bases de datos, tanto espacial como alfanumérica, almacenadas en el sistema, con información exacta, actualizada y centralizada.

- Realizar pruebas analíticas complejas rápidas y repetir modelos conceptuales en despliegue espacial, sin la necesidad de repetir actividades redundantes o tediosas.
- Minimización de costos de operación e incremento de la productividad.
- Ayuda en la toma de decisiones con el fin de focalizar esfuerzos y realizar inversiones más efectivas.
- Comparar eficazmente los datos espaciales a través del tiempo (análisis temporal).
- Integrar en el futuro, otro tipo de información complementaria que se considere relevante y que esté relacionada con la base de datos nativa u original.

Anexo B

Cuestionario MAT-SIG.

EDAD:

SEXO:

INSTITUCION:

ANTIGÜEDAD:

Marque con una "X" la respuesta que considere conveniente:

PREGUNTA	TOTALMENTE DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO
1.- ¿Tiene experiencia con algún Sistema de Información Geográfica (SIG)? SI NO					
Facilidad de uso					
2.- ¿Es fácil acceder al sistema SIG para realizar lo que deseo?					
3.- ¿Es fácil aprender a operar SIG?					
4.- ¿Es fácil aumentar mi experiencia al usar el SIG?					
5.- ¿SIG es un sistema fácil de utilizar?					
Utilidad percibida					
6.- ¿El uso de SIG me ayuda a mejorar mi desempeño dentro de la organización?					
7.- ¿El uso de SIG incrementa mi eficiencia dentro de la organización?					
8.- ¿EL uso de SIG incrementa mi productividad dentro de la organización?					
9.- ¿El SIG cuenta con un mecanismo para la importación y exportación de información geoespacial?					
10.- ¿Los datos geoespaciales en la base de datos son interoperables con otra aplicación?					
11.- Para mí, el sistema SIG ¿es de utilidad dentro de la organización?					
Análisis espacial					
12.- ¿Las operaciones de análisis espacial son suficientes para lo que necesito realizar?					

13.- ¿Realizar un análisis espacial resulta claro y sencillo?					
14.- ¿Los resultados del análisis espacial cubren mis necesidades?					
Modelo de representación					
15.- ¿El modelo de representación de datos es el ideal para realizar mi trabajo?					
16.- ¿El modelo de representación de datos me permite representar adecuadamente lo que deseo?					
17.- ¿El modelo de representación de datos me permite realizar un adecuado análisis espacial?					
Capas de información					
18.- ¿Las capas presentadas por el sistema son suficientes para realizar mi trabajo?					
19.- ¿Las capas de información cubren todas las temáticas que necesito para realizar un análisis espacial?					
20.- ¿Las capas cuentan con proyección cartográfica acorde a la representación?					
21.- ¿Las capas cuentan con un sistema de referencia espacial adecuado?					
22.- ¿Las capas de información cuentan con un estándar en la definición de la componente descriptiva de los datos?					
Actitud					
23.- Usar SIG es buena idea.					
24.- Me agrada la idea de usar SIG					
25.- Usar SIG me parece agradable					
Uso actual					
26.- Indique cuantas veces por semana utiliza SIG.	Ni una vez	Al menos 1 vez	De 2 a 5 veces	Más de 5 veces	Siempre lo utilizo
27.- Indique cuantas horas al día por semana utiliza SIG.	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	Más de 20

Cuestionario MAT original.

EDAD:

INSTITUCION:

SEXO:

ANTIGÜEDAD:

Marque con una "X" la respuesta que considere conveniente:

PREGUNTA	TOTALMENTE DESACUERDO	EN DESACUERDO	INDIFERENTE	DE ACUERDO	TOTALMENTE DE ACUERDO
1.- ¿Tiene experiencia con algún Sistema de Información Geográfica (SIG)? SI NO					
Facilidad de uso					
2.- ¿Es fácil acceder al sistema SIG para realizar lo que deseo?					
3.- ¿Es fácil aprender a operar SIG?					
4.- ¿Es fácil aumentar mi experiencia al usar el SIG?					
5.- ¿SIG es un sistema fácil de utilizar?					
Utilidad percibida					
6.- ¿El uso de SIG me ayuda a mejorar mi desempeño dentro de la organización?					
7.- ¿El uso de SIG incrementa mi eficiencia dentro de la organización?					
8.- ¿EL uso de SIG incrementa mi productividad dentro de la organización?					
9.- Para mí, el sistema SIG ¿es de utilidad dentro de la organización?					
Actitud					
10.- Usar SIG es buena idea.					
11.- Me agrada la idea de usar SIG					
12.- Usar SIG en mi trabajo es favorable					
Uso actual					
13.- Indique con qué frecuencia utiliza el SIG.	Ni una vez	Al menos 1 vez	De 2 a 5 veces	Más de 5 veces	Siempre lo utilizo
14.- Indique cuantas horas por semana utiliza SIG.	0 a 5	5 a 10	10 a 15	15 a 20	Más de 20

Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software 2012 (CONISOFT´12)

Propuesta de extensión del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM): un enfoque hacia los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

Edgar Gómez-Ocampo, Sandra Dinora Orantes-Jiménez.

Centro de Investigación en Computación.

edgar_fgo@hotmail.com, dinora@cic.ipn.mx

Abstract

La aceptación tecnológica sigue siendo un tema de interés, es por ello que se han desarrollado modelos teóricos que ayuden a explicar el comportamiento de los usuarios ante las Tecnologías de Información (TI), de estos modelos destaca, el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) *basado en la Teoría de Acción Razonada (TRA), que ha demostrado ser un modelo efectivo altamente probado para predecir el uso de cualquier tecnología, este modelo presenta una perspectiva enfocada al usuario final y sus expectativas en relación con una nueva tecnología; a partir del TAM, se han creado una variedad de modelos los cuales integran variables externas propias del contexto de estudio, en este trabajo se exponen las versiones más destacadas del TAM y se propone una nueva extensión tomando como caso de estudio los Sistemas de Información Geográfica (SIG), debido a una necesidad real de medición de la aceptación de tecnologías de este tipo dentro de empresas mexicanas, integrando al TAM un conjunto variables externas como son representación, resolución y operatividad y estableciendo la relación entre las variables propuestas y las variables principales (facilidad de uso y utilidad percibida) del modelo básico, propias para el contexto seleccionado.*

1. Introducción

En los últimos años, es más evidente el empleo de Tecnologías de Información (TI) dentro de los negocios debido a que se han vuelto más accesibles y tienen grandes beneficios.

Las organizaciones, desde la década de los años ochenta del siglo pasado, han invertido sumas considerables de dinero para su adquisición, ya que tienen la creencia de que los trabajadores que usan las tecnologías tendrán mayor productividad en términos de calidad, eficacia y eficiencia. Las organizaciones han estado esperando estos beneficios por décadas, pero éstos han sido lentos en llegar. Esta problemática se debe a que no se han tomado en cuenta las características particulares de los usuarios de las TI a la hora de su implantación [1].

A lo largo de más de dos décadas se han desarrollado varios modelos y teorías para resolver esta problemática, la aceptación o rechazo por parte de los usuarios, siendo uno de estos modelos el TAM.

El modelo TAM ha sido ampliamente utilizado para evaluar el uso de muchas tecnologías por los usuarios, además de ser una eficaz herramienta para predecir su uso, inclusive se han realizado extensiones de este modelo con el fin de adaptarlo al contexto en cuestión.

Partiendo de esto, el presente trabajo tiene como objetivo la propuesta de una extensión del TAM, enfocada a los Sistemas de Información Geográfica (SIG).

La investigación cubre los siguientes aspectos.

- El análisis de los SIG
- La identificación de las características generales.
- La definición de variables externas.
- La definición de la relación entre las variables externas y las variables del modelo básico.

2. Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

De los modelos más utilizados y empleados con éxito en muchas investigaciones de campo destaca el Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM), el cual fue desarrollado por Davis en 1989 y está basado en la Teoría de Acción Razonada (TRA) [2].

El TAM fue especialmente diseñado para predecir la aceptación de los sistemas de información por los usuarios en las organizaciones. De acuerdo con Davis, el propósito principal del TAM es explicar los factores que determinan el uso de las TI por un número importante de usuarios. El TAM sugiere que la utilidad y la facilidad de uso son determinantes en la intención que tenga un individuo para usar un sistema.

Aunque el TAM ayuda a conocer si una tecnología va a ser utilizada de manera óptima, es necesario identificar las variables externas que influyen de manera directa en la utilidad y la facilidad de uso percibidas por los usuarios de las TI y determinar la relación que guardan con el resultado del uso de estas tecnologías [3].

Hoy, el uso óptimo de las Tecnologías de Información (TI) en las organizaciones es una necesidad, en razón de la importancia que tienen en la producción de bienes y servicios de calidad, aunado al hecho de que cada vez son más accesibles.

Este modelo se utiliza para predecir el uso de las TI, basándose en dos características principales:

1. Utilidad percibida (*Perceived Usefulness*).
2. Facilidad de uso percibida (*Perceived Ease of Use*).

La Utilidad Percibida (PU) se refiere al grado en que una persona cree que usando un sistema en particular mejorará su desempeño en el trabajo y la Facilidad de Uso Percibida (PEOU) señala hasta qué grado una persona cree que usando un sistema en particular realizará menos esfuerzo para desempeñar sus tareas.

Davis establece que, el propósito del TAM es explicar las causas de aceptación de las tecnologías por los usuarios. Este modelo propone que las percepciones de un individuo en cuanto a la utilidad y la facilidad de uso percibidas de un sistema de información son concluyentes para

determinar su intención de usar un sistema; de acuerdo con el TAM, existen variables externas que influyen de manera directa en la PU y la PEOU. Por medio de esta influencia directa en ambas percepciones, las variables externas participan de forma indirecta en la actitud hacia el uso, la intención conductual para usar y la conducta de uso real. La PEOU tiene un efecto causal en la PU, además del efecto significativo de esta variable en la actitud del usuario (un sentimiento en favor o en contra) hacia el uso del sistema [4]. El modelo TAM se puede observar en la Figura 1.

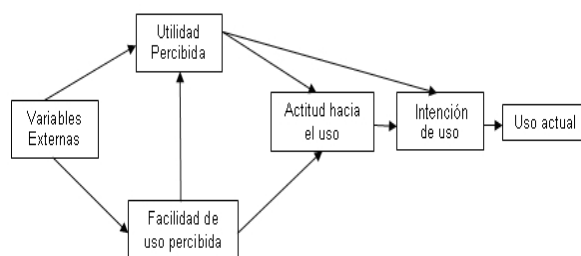


Figura 1. Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) desarrollado por Davis en 1989, basado en la Teoría de Acción Razonada (TRA).

Esta investigación plantea que, una vez que se identifiquen las características de los SIG, como variables externas al modelo, se podrá establecer la relación entre estas variables y las variables principales del modelo básico.

2.1 Extensiones del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM)

En un estudio posterior Davis y sus colaboradores encontraron que uno de los propósitos del TAM es el de servir como punto de partida para examinar el impacto que las variables externas puedan tener en la intención del comportamiento. En consecuencia, numerosos estudios se han realizado para proponer extensiones del TAM para incluir una amplia gama de influencias externas [5]. Además de la facilidad de uso percibida del modelo básico, varios autores se han dado a la tarea de encontrar variables externas que influyan directamente sobre la utilidad percibida, se han tomado aspectos como el riesgo, la eficiencia, la incertidumbre, rendimiento entre otras, la Tabla 1 resume estos trabajos que ya han sido probados [6].

Tabla 1. Variables externas de la utilidad percibida.

Autor	Variable
Amoako-Gyampah et al. (2004)	Creencias
Chan & Lu (2004)	Riesgo percibido
Chau (2001)	Actitud del equipo
Liaw & Huang (2003); Yi & Hwang (2003)	Disfrute percibido

Otros estudios encontraron variables externas que tienen impacto significativo sobre la facilidad de uso y que no necesariamente lo tienen sobre la utilidad percibida en la Tabla 2 se resumen los estudios que se han realizado y han sido probados.

Tabla 2. Variables externas de la facilidad de uso.

Autor	Variable	Significancia.
Amoako-Gyampah et al. (2004)	Creencias	Significante.
Chau (2001)	Actitud del equipo.	No significativa.
Hong et al. (2001-2002)	Conocimiento del dominio.	Significante.
Liaw & Huang (2003)	Experiencia computacional individual.	Significante.
Mathieson et al. (2001)	Recursos percibidos.	No significativa.

Es así como el TAM ha sido objeto de estudio para comprender y evaluar el comportamiento de los usuarios ante nuevas tecnologías y se han propuesto varias extensiones de este modelo para adaptarlo al contexto que se desea estudiar las tablas anteriores muestran los principales estudios que se han llevado a cabo en la Tabla 3 se muestran los principales campos de estudio en donde se han aplicado estas extensiones del modelo, es importante hacer ver que uno de los

campos en el cual no se ha aplicado el modelo es en los Sistemas de Información Geográfica (SIG), es por ello que el objeto de esta investigación se centra en este campo [7].

Tabla 3. Aplicaciones del TAM.

Autor	Campo de estudio	Tamaño de la muestra
Amoako-Gyampah et al. (2004)	Sistemas ERP.	409 usuarios
Chau (2001)	Telemedicina.	408 médicos
Gong et al. (2004)	e-learning	152 profesores.
Moon & Kim (2001)	World Wide Web	152 estudiantes.
Hong et al. (2001-2002)	Biblioteca digital.	585 estudiantes.
Liaw & Huang (2003)	Motores de búsqueda	114 estudiantes de medicina.
Yi & Hwang (2004)	Sistemas de información basados en web.	109 estudiantes.
Lorenzo & Alarcón (2010)	Redes sociales.	399 usuarios.

3. Investigación

Para poder definir las variables externas y su efecto sobre las variables principales del modelo básico se realizó un análisis de dos sistemas de información geográfica, para ello se revisó su funcionalidad y se identificaron características particulares de cada herramienta.

De este análisis se encontró: que este tipo de herramientas basan su funcionalidad principalmente en mecanismos de visualización, manipulación y análisis de datos geográficos a su vez, cuentan con un conjunto de datos espaciales (geográficos) en formato digital los cuales cumplen con las métricas geométricas y topológicas adecuadas para su correcta manipulación, análisis y explotación, dichos datos

cubren el área de estudio sobre la cual se esté trabajando [8].

Por otro lado, las características sobresalientes que se identificaron en estos dos sistemas: en cuanto a interfaz de usuario poseen una interfaz clara y de fácil interacción, también se encontró que poseen una base de datos espacial, la cual contiene los datos georreferenciados del área de interés, así como las características espaciales y descriptivas que definen el comportamiento intrínseco y las relaciones existentes entre los objetos geográficos de diferentes temáticas, en cuanto a comandos y funciones, cuenta con barras de herramientas para realizar operaciones como visualización espacial (Desplazar, Acercar, Alejar, Acercamiento al área de estudio, Último acercamiento y Vista completa), operaciones de sobreposición espacial, mecanismos de representación en 2D, identificación de objetos geográficos (características), medición de distancias, visualización de los datos descriptivos de las capas, consulta descriptiva mediante un editor de consultas, además este tipo de sistemas emplean el manejo de capaz para representar ríos, montañas, carreteras entre otros aspectos, por último estos sistemas cuentan con manuales de ayuda en donde se puede consultar su funcionamiento.

Una vez identificadas las características de los sistemas, estas mismas características se agruparon en tres aspectos, los cuales son las variables externas que se integran al modelo básico la Tabla 4 resume estas variables.

Tabla 4. Variables externas definidas.

Variable	Descripción.
Resolución.	Se define como la calidad de las imágenes presentadas por el sistema hacia el usuario para su posterior tratamiento.
Representación.	La representación indica la manera en que se entrega la información al usuario para que la pueda utilizar directamente en un entorno SIG.
Operatividad.	Que tan funcional es el sistema SIG para el usuario al realizar sus actividades.

4. Modelo propuesto

Una vez definidas las variables externas, se han integrado al modelo básico y se establecen las hipótesis para indicar la relación entre éstas y las

variables principales, utilidad percibida y facilidad de uso. La Figura 2 ilustra el modelo propuesto.

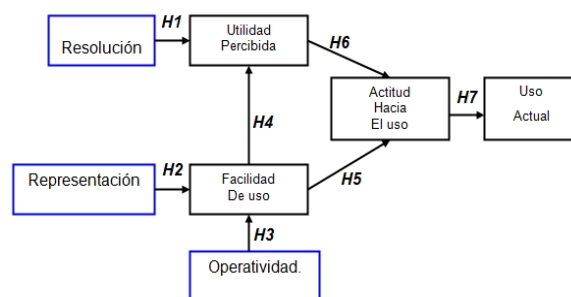


Figura 2. Modelo propuesto. La atención se centra en las características que influyen en la percepción de utilidad y facilidad de uso percibida.

4.1 Hipótesis

Con el fin de establecer cómo afectan las variables externas a las variables del modelo básico se definen las siguientes hipótesis.

Resolución.

Dado que la resolución se puede cuantificar (por ejemplo baja, media y alta) en consecuencia afecta a la Utilidad percibida, ya que las imágenes al tener una resolución baja no son de utilidad para el usuario y con esto se ve afectada la aceptación.

H1.- La Resolución influye positiva y significativamente sobre la Utilidad Percibida.

Representación.

Cuando a los usuarios se les presenta información para realizar tareas por ejemplo de pre-procesamiento o alguna otra tarea, la manera en que es representada dicha información influye en la opinión del usuario acerca de lo fácil o difícil en su caso que es manejar la información proporcionada. Es por esto que este parámetro influye directamente sobre la Facilidad de Uso.

H2.- La Representación influye positiva y significativamente sobre la Facilidad de Uso.

Operatividad.

El hecho de que el sistema empleado por el usuario no cubra sus necesidades en cuanto a realización de sus actividades y por otra parte, aspectos de interfaz, navegabilidad por los menús, configuración del entorno de trabajo, entre otras funcionalidades, influyen directamente en la

Facilidad de Uso y por ende en la aceptación y uso del sistema.

H3.- La Operatividad influye positiva y significativamente sobre la Facilidad de Uso. Respecto al modelo básico se tienen las siguientes hipótesis:

La facilidad de uso tiene un doble impacto en la actitud, debido a la autoeficacia y la instrumentalidad.

H4.- La Facilidad de uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la Utilidad percibida de usarlos.

H5.- La Facilidad de Uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre la Actitud Hacia el Uso de estos sistemas.

En el modelo básico, además de considerar la facilidad de uso como una creencia que se postula a priori, también lo es la utilidad percibida y ambas son consideradas constructos generales determinantes de la actitud.

H6.- La utilidad Percibida de los SIG influye positiva y significativamente sobre la Actitud Hacia el uso de estos sistemas.

H7.- La Actitud Hacia el Uso de los SIG influye positiva y significativamente sobre el Uso Actual de estos sistemas.

4.2 Cuestionario

El TAM basa su funcionalidad en el uso de cuestionarios que miden la facilidad de uso y la utilidad percibida que se predispone en la persona frente a una herramienta o sistema así como cada una de las variables externas implicadas. El cuestionario se estructura a partir de preguntas cerradas, dicotómicas y multicotómicas de respuesta simple y múltiple, con el fin de obtener información referente al nivel de utilidad percibida, facilidad de uso, actitud, resolución, representación y operabilidad de los SIG (véase Figura 3), esta serie de preguntas son evaluadas mediante la escala de Likert de cinco puntos (véase Tabla 5).

Tabla 5. Escala de Likert de 5 puntos, Variables externas definidas.

1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Indiferente
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Edad: _____	Departamento: _____
Sexo: _____	
Marque con una "X" la respuesta que considere conveniente:	
Parámetro: Facilidad de uso.	
1.- ¿Es fácil aprender a operar SIG?	
-Totalmente en desacuerdo	-En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo
2.- ¿Es fácil acceder al sistema SIG para realizar lo que deseo?	
-Totalmente en desacuerdo	-En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo
3.- ¿Es fácil aumentar mi experiencia al uso de SIG?	
-Totalmente en desacuerdo	-En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo
4.- ¿SIG es un sistema fácil de utilizar?	
-Totalmente en desacuerdo	-En desacuerdo -Indiferente -De acuerdo -Totalmente de acuerdo

Figura 3. Cuestionario de la variable Facilidad de uso, se emplea escala de Likert de 5 puntos.

Con el fin de validar cada una de las hipótesis definidas anteriormente, se formulan las preguntas que ayuden a evaluar a cada una de las variables implicadas en el modelo, para ello se tiene que seleccionar una muestra (es decir los usuarios del sistema) lo bastante considerable, además en los cuestionarios se puede incluir información adicional (sexo, edad, departamento) con el fin de clasificar la muestra seleccionada.

5. Resultados

Como se puede observar se ha obtenido una extensión del TAM que toma como variables externas las características propias de los SIG y se establece como afectan a la utilidad y facilidad de uso percibidas, con este trabajo se pretende determinar la aceptación y uso dentro del contexto seleccionado.

6. Conclusiones y trabajo a futuro

Actualmente nos encontramos que las tecnologías de información han tenido gran impacto y las organizaciones han decidido implantarlas por la gran cantidad de beneficios que se obtienen, pero para que ésto se lleve a cabo, se tienen que tomar en cuenta al usuario final, se debe determinar que los usuarios estén

perfectamente capacitados para manejar los sistemas por otra parte que estén totalmente de acuerdo con la nueva forma de realizar su trabajo y hacer notar que su participación es importante dentro de la empresa. Para realizarlo, existen herramientas como el TAM, que es un modelo sólido teórico que ayuda a evaluar el comportamiento del usuario. Como se puede ver el TAM ha demostrado ser un modelo altamente flexible estudios que se han realizado lo comprueban, por lo que es de gran utilidad a las organizaciones que deciden implantar nuevas tecnologías, por otro lado el TAM es de gran utilidad para conocer si una tecnología será utilizada de manera óptima, es necesario identificar las variables externas que inciden en ella, como las causantes de influir de manera directa en la utilidad y la facilidad de uso percibidas por los usuarios para poder adaptarlo al contexto en el que se desea evaluar al usuario.

Debido a que este documento solo presenta la primera fase de un trabajo que actualmente se está desarrollando, lo siguiente es aplicar este modelo a una muestra de usuarios de los SIG, con esto se evaluará el comportamiento de los usuarios frente a este tipo de sistemas, por otro lado se pretende automatizar este modelo, es decir, desarrollar una aplicación de escritorio que ayude a la organización a llevar a cabo la evaluación de los usuarios ante el sistema.

7. Referencias

- [1] R. L. Thompson, and C.A. Higgins, and J.M. Howell, "Influence of experience on personal computer organization: testing a conceptual model", *Journal of MIS*, M.E. Sharpe, Inc. 1994, pp. 167-187
- [2] I. Ajzen, and M. Fishbein, "*Understanding attitudes and predicting social behavior*", Prentice-Hall, New York, 1980.
- [3] F.D. Davis, "Perceived usefulness, perceived ease of use and user acceptance of information technology". *MIS Quarterly*, Minnesota, 1989 pp. 319- 340.
- [4] L.A. Yong, and L.A. Rivas, and J. Chaparro, "Modelo de aceptación tecnológica (TAM): un estudio de la influencia de la cultura nacional y del perfil del usuario en el uso de las TIC", Innovar, México D.F, 2010, pp. 187-204.
- [5] F. D. Davis, and R. Bagozzi and P. Warshaw, "User acceptance of computer technology: A

comparison of two theoretical models", *Management Science*, INFORMS, Minnesota, 1989, pp. 982-1003.

[6] V. Viswanath and F.D. Davis, "A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies." *Management Science*, INFORMS, Maryland, 2000, pp. 186-204.

[7] J.H. Sharp, "Development, Extension, and Application: A Review of the Technology Acceptance Model", *Information Systems Education Journal*, EDSIG, Stephenville TX, 2007, pp. 1-11.

[8] M.J. Torres, "Manual Técnico, Sistema Analizador de Datos Espaciales (SIADE)", Centro de Investigación en Computación, Instituto Politécnico Nacional, México, DF, pp. 3-50.