



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

**ANÁLISIS DEL MODELO DE ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN
APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES QUE APLICAN
PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL**

Álvaro José Martínez López
Asesorado por el Ing. Luis Pérez

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS DEL MODELO DE ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN
APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES QUE APLICAN
PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ÁLVARO JOSÉ MARTÍNEZ LÓPEZ
ASESORADO POR EL ING. LUIS PÉREZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO EN CIENCIAS Y SISTEMAS

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADOR	Ing. José Alfredo González Díaz
EXAMINADOR	Ing. Oscar Alejandro Paz Campos
EXAMINADOR	Ing. Pedro Pablo Hernández Ramírez
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

ANÁLISIS DEL MODELO DE ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES QUE APLICAN PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, con fecha enero de 2016.

Álvaro José Martínez López



Universidad San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas

Guatemala, 17 Agosto de 2016

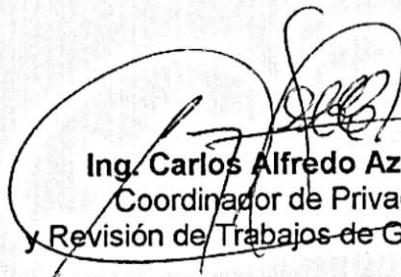
Ingeniero
Marlon Antonio Pérez Türk
Director de la Escuela de Ingeniería
En Ciencias y Sistemas

Respetable Ingeniero Pérez:

Por este medio hago de su conocimiento que he revisado el trabajo de graduación del estudiante **ÁLVARO JOSÉ MARTÍNEZ LÓPEZ** con carné 200511797, titulado: **"ANÁLISIS DEL MODELO DE ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES QUE APLICAN PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL"**, y a mi criterio el mismo cumple con los objetivos propuestos para su desarrollo, según el protocolo.

Al agradecer su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para suscribirme,

Atentamente,


Ing. Carlos Alfredo Azurdia
Coordinador de Privados
y Revisión de Trabajos de Graduación



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN
CIENCIAS Y SISTEMAS
TEL: 24767644

El Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor con el visto bueno del revisor y del Licenciado en Letras, del trabajo de graduación "ANÁLISIS DEL MODELO DE ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES QUE APLICAN PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL", realizado por el estudiante ÁLVARO JOSÉ MARTÍNEZ LÓPEZ aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

Ing. *Marlón Antonio Pérez Turk*
Director

Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas



Guatemala, 17 de octubre de 2016

Universidad de San Carlos
de Guatemala



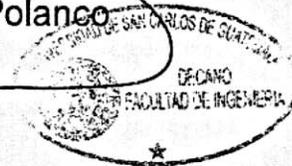
Facultad de Ingeniería
Decanato

Ref.DTG.D.498.2016

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería en Ciencias y Sistemas, al trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS DEL MODELO DE ACEPTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN APLICACIONES PARA DISPOSITIVOS MÓVILES QUE APLICAN PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL**, presentado por el estudiante universitario **Alvaro José Martínez López**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, octubre de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por ser fuente de iluminación, esperanza y fuerza de voluntad en cada momento de mi vida.
- Mis padres** Por darme la vida, educarme e inculcarme principios y valores a través de un ejemplo de excelencia humana.
- Mis hermanas** Por siempre acompañarme y apoyarme incondicionalmente en todo momento y lugar.
- Mis amigos** Compañeros en quienes encontré aliento y motivación para enfrentar los retos de la vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi alma máter y fuente de conocimiento e inspiración.
Facultad de Ingeniería	Por permitirme formar parte de ella y brindarme una formación de alta calidad
Asesores y tutores	Por brindarme su apoyo y asesoría en la elaboración de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	III
GLOSARIO	V
RESUMEN.....	VII
OBJETIVOS.....	IX
INTRODUCCIÓN	XI
1. MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. Interacción humano-computadora (HCI).....	1
1.1.1. Historia	2
1.1.2. Ingeniería de las interfaces.....	5
1.1.3. Interacción multimodal.....	7
1.2. El procesamiento del lenguaje natural.....	9
1.2.1. Historia	11
1.2.2. Aplicaciones del procesamiento del lenguaje natural.....	13
1.3. La interacción humano-computadora mediante el procesamiento del lenguaje natural.....	18
1.3.1. Dificultades a considerar al momento de hacer uso del NLP para la HCI	21
2. ACEPTACIÓN DEL USO DEL PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL EN DISPOSITIVOS MÓVILES.....	25
2.1. Introducción.....	25
2.2. Diseño del instrumento	29
2.2.1. Teorías de aceptación de uso de la tecnología	29

2.2.2.	Modelo de investigación	38
2.2.3.	Hipótesis.....	43
2.3.	Muestra	44
2.4.	Encuestas	46
2.5.	Análisis de resultados	48
2.5.1.	Características de la muestra.....	48
2.5.2.	Filtrado de datos.....	49
2.5.3.	Análisis de factores exploratorios.....	52
2.5.4.	Análisis de factores confirmatorios.....	55
2.5.5.	Modelo estructural.....	58
2.5.6.	Verificación de hipótesis.....	59
CONCLUSIONES.....		65
RECOMENDACIONES		67
BIBLIOGRAFÍA.....		69
ANEXOS.....		75

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	La transformación de la pregunta: Cuáles son los comandos HP en un Sistema UNIX a un query SQL.....	16
2.	Concepto de realidad virtual.....	27
3.	Concepto de computación ubicua	28
4.	TAM original propuesto por Fred Davis.....	30
5.	Teoría de la acción razonada.....	32
6.	Teoría de la conducta planificada (TPB)	33
7.	Esquematación de la teoría del conocimiento social	34
8.	Modelo de la teoría de difusión de la innovación	35
9.	Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología.....	37
10.	Modelo de investigación propuesto.....	44
11.	Modelo de investigación con pesos de regresión estandarizados	61

TABLAS

I.	Los cuatro determinantes clave del UTAUT.....	38
II.	Operacionalización de la encuesta	47
III.	Características de la muestra.....	48
IV.	Características de la muestra posfiltrado	50
V.	Test Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.....	51
VI.	Alfa de Cronbach de cada factor del modelo	53
VII.	Matriz de patrón	54
VIII.	Matriz de correlaciones factorial.....	54

IX.	Bondad del ajuste	56
X.	Verificación de validez y confiabilidad.....	57
XI.	Test de invarianza	58
XII.	Bondad del ajuste para el modelo final	59
XIII.	Diferencias grupales en la moderación multigrupo	60
XIV.	Pesos de regresión sin estandarización	60
XV.	Resumen de resultados	63

GLOSARIO

Dispositivo inteligente	Se le llama así a dispositivos que poseen múltiples opciones de conexión, incluyendo conexión a internet e interconexión entre sí mismos.
HCI	Interacción humano-computadora. <i>Human Computer Interaction</i> , por sus siglas en inglés. Disciplina que estudia la manera en que los seres humanos interactúan con la tecnología.
Lenguaje natural	Lenguaje hablado o escrito por los seres humanos, con el objetivo de entablar comunicación entre sí.
NLP	Procesamiento del lenguaje natural. <i>Natural Language Processing</i> por sus siglas en inglés. Consiste en el procesamiento de lenguajes naturales ya sea hablados o escritos, para su posterior comprensión semántica.
TAM	<i>Technology Acceptance Model</i> , por sus siglas en inglés, o modelo de aceptación de la tecnología.
UTAUT	<i>Unified Theory of Acceptance and Use of Technology</i> o teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología

RESUMEN

En la actualidad, el uso de los populares *smartphones* se ha hecho muy común, debido a la gran versatilidad que proveen, y su avance tecnológico ha permitido que estos se asemejen más a las computadoras. Una característica importante es que todos incluyen variedad de métodos de interacción, entre ellos la interacción por medio del lenguaje hablado.

El procesamiento del lenguaje natural consiste en el estudio de aspectos lingüísticos del lenguaje humano y su posterior comprensión y manipulación. Al realizar este análisis, también se debe tomar en cuenta la interacción humano-computadora; disciplina que se enfoca en el mejoramiento de los medios de interacción de los seres humanos con las computadoras.

Además se tiene una base teórica bastante sólida la pregunta es: ¿Por qué no se ve un uso frecuente del procesamiento del lenguaje natural en aplicaciones que hacen uso del procesamiento del lenguaje natural para estos dispositivos? Por medio de este estudio se analizan los principales factores que influyen en la aceptación de uso del procesamiento del lenguaje natural en aplicaciones para dispositivos móviles. A continuación se sintetiza el análisis realizado y los resultados obtenidos.

OBJETIVOS

General

Determinar las causas que influyen en la aceptación de las aplicaciones que hacen uso del procesamiento del lenguaje natural para la interacción con teléfonos móviles inteligentes, con base en la recolección de datos por encuesta, para establecer el grado de influencia de cada aspecto específico en el resultado final.

Específicos

1. Identificar cuáles son los factores más importantes a considerar al momento de desarrollar y publicar una aplicación que permita entablar una interacción con un *smartphone*, mediante el lenguaje humano hablado.
2. Identificar si existen tendencias para ciertos segmentos de la población, quienes puedan presentar un comportamiento diferente respecto a los factores analizados y determinar en qué grado se da esta variación.
3. Evaluar mediante una encuesta, cuál es el grado de influencia de cada uno de los factores implicados en la aceptación del uso del procesamiento del lenguaje natural para la interacción, por medio de voz en *smartphones*.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se tiene una gran facilidad de acceso a los dispositivos inteligentes conocidos como *smartphones*, que poco a poco han formado parte, cada vez más, de la vida cotidiana del ser humano, proveyendo acceso fácil y rápido a información y herramientas que satisfacen necesidades específicas del usuario.

Como parte de las herramientas que proveen estos dispositivos, con el fin de facilitar la interacción con el dispositivo, han sido creados métodos de interacción alternos como la interacción por medio del lenguaje hablado; esto es, el reconocimiento de comandos de voz proporcionados al dispositivo; sin embargo, no pasa desapercibido que la recepción de dichos métodos de interacción no son tan bien recibidos o utilizados como se esperaría. Esto deja lugar a la duda de si es o no conveniente proveer este tipo de accesibilidades en dispositivos o aplicaciones futuras.

Con el fin de alcanzar una comunicación con los dispositivos como la establecida entre seres humanos, que es un proceso complejo, y considerando que la implementación de este tipo de tecnologías en los dispositivos modernos juegan un rol importante en el éxito del mismo, se busca respuesta a la pregunta: ¿Cuáles son los factores que influyen en la aceptación o rechazo de las aplicaciones que permiten interactuar con los dispositivos, mediante el lenguaje hablado?

Para responder a tal pregunta se realiza el siguiente análisis donde se estudiarán un conjunto de indicadores involucrados en el modelo de aceptación

de la tecnología (TAM), para identificar el rol que cada uno de los factores estudiados juega en la aceptación de las tecnologías de procesamiento del lenguaje natural, para la interacción con *smartphones*, evaluando, asimismo, la percepción de jóvenes-adultos con experiencia en el uso de estos dispositivos.

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Interacción humano-computadora (HCI)

HCI por sus siglas en inglés, HCI es una rama que estudia la relación e interacción de los seres humanos con las computadoras. Esta interacción ocurre actualmente, a través de interfaces que actúan como intermediarias en el acto. Elementos como teclado y *mouse* son utilizados para indicar a la computadora las instrucciones que se desea ejecutar. Dentro de otro ámbito se podría hablar del control de mando de un avión que realiza vuelos comerciales, el cual está lleno de botones, *switchs* e indicadores por medio de los cuales ocurre un intercambio de información entre el piloto y el avión.

Estos son ejemplos muy comunes, aunque tal vez no tan obvios de la interacción entre humanos y computadoras. En dichas situaciones se puede ver cómo a través del uso de interfaces el ser humano exterioriza sus deseos para con la máquina.

La razón de ser de esta disciplina nace aquí; con el objetivo de garantizar la satisfacción en la interacción humano-máquina, establece lineamientos para garantizar que esta interacción sea lo más satisfactoria posible, valiéndose de metodologías de diseño e implementación de interfaces y su constante evaluación y futura mejora.

El objetivo final de la interacción humano-computadora es simplificar los intermediarios en la interacción, de tal manera que al momento de interactuar con una computadora la interacción resultante sea tan natural y simple como

sea posible. Es importante enfatizar que esta disciplina estudia únicamente la relación entre seres humanos y computadoras, y ninguna otra entidad es considerada aparte de estas dos; sin embargo, sí estudia aspectos del comportamiento humano y factores humanos que tengan influencia sobre la interacción con cualquier dispositivo, mas no el funcionamiento del dispositivo en sí.

Esta disciplina está relacionada con muchas otras ciencias, entre las que destacan las de la computación, psicología, sociología y antropología y Diseño Industrial. La interacción humano-computadora está relacionada íntimamente al rendimiento de los procesos entre humanos y máquinas, tanto en aspectos de comunicación, en las capacidades humanas de manipular a las computadoras, algoritmos de programación, construcción, especificación y diseño de interfaces. En estos aspectos, la interacción humano-computadora contiene aspectos de ciencia, ingeniería y diseño.

Es importante hacer notar que, gran parte del desarrollo se enfoca en la interfaz de usuario, la que usualmente requiere de un promedio de la mitad del código fuente. Por tal razón, la interacción humano-computadora se enfoca en el estudio de un humano y una computadora en interacción, requiriendo de distintas disciplinas dentro de cada aspecto; utilizando algoritmos, lenguajes de programación y elementos de diseño dentro del lado de la computadora, y utilizando diseño industrial y gráfico, ciencias sociales y del comportamiento humano dentro del lado del ser humano.

1.1.1. Historia

Los orígenes de la HCI surgen con el estudio de la ergonomía y de los llamados factores humanos, términos que son muy similares, pero que se

originan bajo distintos entornos. Desde el momento en que existió una computadora existió también una interfaz humano-computadora y desde ese entonces se ha luchado por simplificar cada vez más dicha interfaz.

Como se mencionó anteriormente, la interacción humano-computadora tiene sus raíces en un conjunto de disciplinas, pero la que más influyó al surgimiento de la disciplina fueron los gráficos en computadora, por la manera de presentar la información al antojo del desarrollador. Esta se convirtió en una de las que influyeron y siguen influyendo enormemente en la manera en que se interactúa con la computadora.

Poco a poco, la interacción humano-computadora se ha desarrollado de tal forma, que permitió la creación de interfaces de uso simple como: el teclado, *mouse*, *displays*, ventanas; en general, toda interfaz utilizada en la actualidad.

La importancia de esta interacción ha hecho que esta disciplina tome un rol prioritario al momento de desarrollar cualquier tipo de sistema con el cual interactúe el ser humano. Esto da origen a los sistemas de administración de interfaz de usuario, herramientas de personalización y simplificación de interfaces, haciendo que la experiencia de interactuar con un ordenador sea tan cómoda como el usuario lo desee.

Pronto los sistemas operativos incluyeron este tipo de personalizaciones en sus sistemas, buscando el agrado de los usuarios, iniciando una fuerte competencia entre sí para proporcionar la mayor facilidad y simplicidad de interacción, y a la vez creando un canal de comunicación eficaz.

Por otro lado, cuando surge el concepto de computación, también nacen los denominados factores humanos. Dado que la interacción con una

computadora era algo totalmente nuevo para el ser humano, este requirió el desarrollo y comprensión de nuevos conceptos con los cuales pudiera describir el nuevo elemento en la realidad.

De la misma manera sucedió con la ergonomía, ya que al momento de poseer esta nueva herramienta (computadora), el hombre busca la forma de optimizar su comodidad al efectuar la interacción con la computadora, creando espacios y ambientes adecuados, con el fin de lograr que esta interacción fuera más amena. Esta es la causa por la que se observa tanta variedad de interfaces de interacción humano-computadora; sin embargo, las más sobresalientes son el teclado y *mouse* que se pueden adaptar a las necesidades de comodidad de una persona con un conocimiento básico sobre dichas interfaces, de tal forma, que se pueda reducir cualquier indicio de estrés en el usuario.

El factor industria fue una de las disciplinas con mayor influencia para la interacción humano-computadora, ya que su objetivo siempre fue el incremento de la productividad y la obtención del máximo beneficio posible con base a sus recursos. Al aplicar las ciencias de la computación con la industria, surge la necesidad de poseer métodos de interacción personalizados, especialmente para satisfacer necesidades únicas de cada industria, manteniendo un nivel de simplicidad y reducción de estrés para todos aquellos que trabajan con computadoras. También se reutilizaron conceptos industriales, previamente existentes para recrear una similitud de ambientes.

A esto se suma la psicología cognitiva, que se encarga del estudio de los procesos mentales involucrados en el conocimiento. Dado que en una interacción humano-computadora se espera que se efectúe un intercambio de conocimiento, se ha estudiado la capacidad de que un sistema obtenga

conocimiento por medio del aprendizaje y que posteriormente permita la transferencia de ese conocimiento.

1.1.2. Ingeniería de las interfaces

Este concepto es especialmente aplicable a los sistemas de software, por lo que se abarcará dicho aspecto. En los sistemas interactivos, el diálogo con el usuario toman una importancia clave; esto convierte a las interfaces en una parte fundamental del proceso de desarrollo de un sistema y debe ser considerada desde un principio, de manera que esta sea adecuada al comportamiento del sistema.

La interfaz es la que crea la percepción que el usuario tendrá de una aplicación o sistema, porque el usuario no estará interesado en la complejidad interna de dicho sistema, sino en la manera en que este facilitará el su trabajo diario. La interfaz de un sistema debe ser planteada en sus inicios y desarrollada progresivamente junto con el sistema, aun en modelos de desarrollo como el MVC (*model, view, controller*). Esto permitirá, aunque no lo parezca, una mayor flexibilidad en cuanto al acoplamiento entre los componentes del sistema que se encuentren involucrados a la interfaz.

En el desarrollo de sistemas interactivos, siempre se debería seguir una serie de técnicas de desarrollo de software adaptadas a las necesidades particulares del sistema. Al enfocar la correcta implementación de interfaces, los aspectos a considerar son los siguientes:

- Captura de requisitos de interacción
- Análisis de tareas
- Realización de prototipos

- Evaluación de prototipos

El diseño de interfaces siempre será centrado en el usuario, por lo que debe garantizar que el usuario tendrá la disponibilidad de alcanzar un objetivo a través del sistema y que los pasos para alcanzarlo estarán dentro del dominio, tanto de la aplicación como de las habilidades del usuario. Por tal razón, la interfaz deberá garantizar su usabilidad.

Con base en prototipos y escenarios se simulan las situaciones presentes y futuras dentro de las cuales se verá involucrado el sistema, y permitirán evaluar situaciones concretas que deberán ser soportadas por el sistema. Además de esto, es necesario conocer al usuario, sus capacidades y expectativas; y la manera en que este visualiza la interacción con el sistema.

Conocer al usuario permite comprender la manera en que este interactuará con el sistema, lo que facilitará el análisis y diseño de su usabilidad, además de predecir y mejorar aún más el rendimiento del usuario en sus labores.

Para conocer las tareas y la forma en que el usuario las realizará se debe hacer un análisis. Este consiste en el estudio de la información que el usuario requiere para efectuar una tarea, la terminología propia del entorno en el que la realiza, y la descripción de la manera en que el usuario la hace actualmente (sin el sistema). De esta manera se pretende identificar, qué es lo que hace el usuario, los elementos sobre los que actúa y qué es lo que el usuario necesita saber. Eso es logrado por medio de varios métodos, entre los que destaca el GOMS, por sus siglas en inglés, que significa objetivos (*Goals*), operadores (*Operators*), métodos (*Methods*), y reglas de selección (*Selection rules*). Esta

técnica fue propuesta por Card, Moran y Newell con el objetivo de modelar y describir las prestaciones y tareas desde el punto de vista humano.

En GOMS, los objetivos se refieren a los del usuario, representan lo que este desea alcanzar. Los operadores son acciones que se deben realizar para hacer uso del sistema. Los métodos son los medios por los cuales se ejecuta una acción en el sistema, entre los que se elige uno por medio de las reglas de selección.

De esta manera se observa cómo a través de las interfaces existe algo que puede ser considerado como un diálogo, ya que representa la estructura de la conversación entre el usuario y la computadora, y que ciertamente es un aspecto que, como se puede ver, abarca dentro del área de trabajo de la interacción humano-computadora.

1.1.3. Interacción multimodal

Forma parte de la interacción humano-computadora. Se puede definir como: Toda aquella comunicación en la que intervienen elementos de expresión humana. Estos elementos son: voz, habla, gestos, movimientos y cualquier otro medio expresivo utilizado por el ser humano. El objetivo que persigue es permitir una interacción humano-máquina más natural, tanto como sea posible.

Claramente se puede suponer que, la implementación de interfaces multimodales mejoraría increíblemente el uso de la tecnología, sin embargo, es evidente que su efectividad no es la misma en todas las áreas.

El problema en la actualidad con este tipo de dispositivos es que no se ha profundizado en su estudio, por lo tanto, aún existe una gran dificultad para

integrarlos a sistemas interactivos. Se poseen constructos teóricos solamente de los aspectos relacionados a la comunicación a través de la lingüística.

Está comprobado que, en una interacción entre seres humanos, mientras más sentidos se involucren en la interacción, mayor será el enriquecimiento del acto, por lo que, el desarrollo de interfaces multimodales para la interacción con computadoras es un punto importante de la HCI.

La exploración de cómo los seres humanos, reaccionan hacia el mundo y se interactúa con este, y con cada uno sigue siendo uno de los retos científicos más grandes. “Percibir, aprender y adaptarse al mundo a nuestro alrededor es llamado comúnmente comportamiento inteligente”¹.

El hecho de interactuar con una computadora y esta reconozca el estado de ánimo con base en las características del rostro, o incluso del tono de voz, hace que las interfaces multimodales sean un salto hacia ese comportamiento inteligente que se desea por parte de las computadoras.

Pero, actualmente las interfaces multimodales no se limitan en los medios para interactuar con las computadoras. Una gran diversidad de sensores permiten a microcomputadores reconocer desde biométricas hasta impulsos neuronales, y esto hace que esta disciplina continúe innovando y mejorando la experiencia del uso de los computadores.

A través de la combinación de estos elementos, ahora las computadoras son incluso capaces de tener, reconocer y expresar estados afectivos y la llamada inteligencia emocional.

¹ PANTIC, Maja; ROTHKRANTZ, Leon. *Toward an affect-sensitive multimodal human-computer interaction*. p. 1.

Generalmente, las computadoras no tienen la necesidad de poseer algunas habilidades humanas, como las emocionales; sin embargo, existen casos en los cuales la interacción humano-computadora puede ser mejorada, utilizando máquinas capaces de adaptarse a sus usuarios y a la información que estos manejan. Sin duda alguna los sistemas de interacción humano-computadora, capaces de percibir y responder apropiadamente a la retroalimentación que provee el usuario, son más propensos a considerarse como más naturales, eficaces e incluso confiables.

Mientras esta tecnología avanza, continúan los debates sobre dónde es mejor aplicarla. Las interfaces multimodales son utilizadas de manera óptima en conjunto con otros dispositivos, ya que esta es la manera por medio de la cual se conceptualizó su existencia.

1.2. El procesamiento del lenguaje natural

Conocido como NLP, por sus siglas en inglés: *Natural Language Processing*; es una disciplina que se origina a partir de la inteligencia artificial y la lingüística computacional, cuyo fin es la investigación y desarrollo de mecanismos de comunicación entre sistemas (humano-humano, humano-máquina) por medio del procesamiento de lenguajes naturales.

“El procesamiento del lenguaje natural consiste en el estudio y análisis de los aspectos lingüísticos de la comunicación a través de programas informáticos”². Frecuentemente se tiene contacto con herramientas de este tipo sin siquiera saberlo. Procesadores de texto, correctores ortográficos y traductores son cada vez más comunes y mejoran gracias al NLP.

² GIL, Isidoro; RODRIGUEZ, José Vicente. *El procesamiento del lenguaje natural aplicado al análisis del contenido de los documentos*. p. 2.

Dada la naturaleza del lenguaje humano, se le considera un lenguaje natural que posee una mayor riqueza en cuanto a vocabulario y la flexibilidad que provee la gramática, junto con aspectos como la ambigüedad hacen que una comunicación por medio del lenguaje natural se vea enormemente enriquecida. Sin embargo, al momento de desarrollar esto en un sistema se topa con que estas características dificultarán el desarrollo de dicho proyecto pues, requiere de la correcta manipulación e interpretación de toda esta información, lo que complica en gran cantidad su desarrollo.

La complejidad de implementación del NLP encuentra uno de sus puntos máximos en la resolución de la ambigüedad del lenguaje natural, dado que es el elemento que puede hacer que las computadoras aparenten tener falta de sentido común. Para resolver las ambigüedades se requiere del análisis de estructuras lingüísticas, reglas gramaticales, significados implícitos entre otras.

De acuerdo con Bill Manaris en su libro *Natural language processing: A human-computer interaction perspective*, existen dos motivaciones para el NLP, una científica y otra tecnológica.

- La motivación científica surge del interés por aprender sobre la naturaleza del lenguaje. Solamente a través de la ciencia de la computación es que se puede lograr esto, utilizando teorías y modelos construidos con base en esta.
- La motivación tecnológica es la de mejorar la comunicación entre humanos y máquinas, mediante el desarrollo de nuevas tecnologías capaces de aprovechar la información obtenida al procesar el lenguaje natural.

1.2.1. Historia

El NLP tiene su origen en la década de 1940, durante la Segunda Guerra Mundial, brindando los sistemas de traducción automática (a máquina). Es considerada como una de las disciplinas esenciales de la inteligencia artificial, que ha existido desde los orígenes de la propia inteligencia artificial.

Uno de los primeros experimentos dentro de esta disciplina fue el Georgetown-IBM efectuado en febrero de 1954. Este consistía en lo que hoy es conocido como traducción a máquina. El sistema se encargaba de traducir un conjunto de 6 oraciones de ruso romanizado a inglés. Las oraciones estaban bastante restringidas, ya que no era posible la interpretación de temas científicos, políticos, legales y matemáticos.

La ejecución exitosa de este experimento hizo que el gobierno de los Estados Unidos notará el gran potencial de la disciplina e invirtiera en el estudio de la lingüística computacional. Ellos esperaban que esta disciplina se desarrollará completamente en unos cuantos años, sin embargo, dado el avance tecnológico, para esa fecha el proceso fue más lento de lo que ellos imaginaron.

No fue sino hasta 1960, que se empezaron a desarrollar más sistemas de NLP exitosos; aquí fue donde surgieron los famosos *chatbots* que son sistemas diseñados para interactuar con las personas a través de una ventana de chat. El sistema, generalmente mantiene una línea lógica de intercambio de información con el usuario, al punto de que se vuelve difícil identificar que en realidad no se está hablando con otro ser humano. En esa época, el *chatbot* más sobresaliente fue ELIZA, el cual sirvió de referencia el desarrollo de aplicaciones futuras.

A finales de los años 1960 se funda la Asociación de Lingüísticas Computacionales (ACL por sus siglas en inglés *Association of Computational Linguistics*). Desde entonces la disciplina se ha mantenido en constante avance, investigación y desarrollo.

Manaris³ afirma que la línea de tiempo del NLP puede dividirse en 3 fases:

- Fase de Ingeniería
- Fase teórica
- Fase centrada en el usuario

La fase de ingeniería surge junto con la disciplina, a mediados de 1940 hasta 1960. Se caracteriza por poseer una fundamentación, principalmente algorítmica. Otra técnica común fue la búsqueda en diccionario en combinación con métodos estocásticos. En ese entonces surgen los modelos lingüísticos. Estos fueron los inicios de la aplicación del NLP en la computación de esa época. Aquí también surgieron los métodos de reconocimiento de voz, los cuales apenas eran capaces de reconocer un número reducido de fonemas.

Esto, junto al surgimiento del concepto de inteligencia artificial, marcó el inicio de las nuevas fases por las cuales atravesaría el NLP.

La fase teórica (de 1960 a 1980), como su nombre lo indica, introdujo una mayor fundamentación teórica, principalmente de las teorías gramaticales, lógicas, semánticas y pragmáticas. En este momento, el NLP surgió como una industria, iniciando con sistemas de contestación a preguntas, lo que luego llevaría a sistemas interactivos, y finalmente la comercialización de la investigación del NLP.

³ MANARIS, Bill. *Natural language processing: a human-computer interaction perspective*. p. 7.

Durante este período, la investigación se concentró en situaciones semánticas, en los objetivos de la comunicación y en modelos de usuario. Todo este proceso generó nuevas teorías, cuya efectividad era comprobada mediante implementaciones de sistemas de NLP. Se retoman métodos estocásticos gracias al éxito en el trabajo de Church y sus sistemas de modelaje para sistemas de traslado de texto a habla.

El conexionismo fue un enfoque ampliamente aceptado dentro del NLP, considerando en este sentido que la manipulación de los datos podía ser implementada mediante el uso de interconexiones entre elementos similares entre sí.

Finalmente, en la fase centrada en el usuario (1980 a la actualidad), muchos de los conceptos previamente definidos fueron revalidados y corregidos, además de aplicados a nuevos contextos. Los sistemas más comunes con aplicación del NLP surgen de esta etapa. El NLP adquiere la importancia que merece y se convierte en un eje principal de las ciencias de la computación, principalmente por el incremento en el uso general de las computadoras y con el auge de internet.

Este gran cambio dentro del contexto computacional hace que los esfuerzos en el desarrollo del NLP se vean enfocados y evaluados principalmente por el usuario final. De aquí el origen del nombre para esta fase.

1.2.2. Aplicaciones del procesamiento del lenguaje natural

Manaris afirma que, las áreas de aplicación del procesamiento del lenguaje natural más importantes incluyen: reconocimiento y comprensión del habla, interfaces de lenguaje natural, administración de discursos, comprensión

de lecturas y generación de texto, traducción de máquina interactiva y asistentes de escritura inteligente.

1.2.2.1. Reconocimiento y comprensión del habla

Mientras que un sistema de reconocimiento del habla se refiere a la conversión de palabras habladas capturadas a través de un micrófono a una representación escrita, un sistema de comprensión del habla intentará realizar un procesamiento más extenso, a nivel semántico y pragmático de la palabra hablada para entender lo que el usuario está diciendo y llevar a cabo lo que ha sido dicho por él. De acuerdo a Judith Markowitz, en su libro *Using speech recognition* los mayores inconvenientes en esta área incluyen la independencia del hablante *versus* su dependencia, el habla discreta *versus* la continua, la complejidad del modelo lingüístico y el manejo de ruido del ambiente.

Por otro lado, se tiene la generación del habla, mejor conocida como síntesis del habla, que consiste en la producción de la voz humana. Un sistema computacional utilizado para este fin es conocido como computador del habla o sintetizador del habla y puede ser implementado en productos de software o hardware. Allen, Hunnicut y Klatt en su artículo *From text to speech: the MITalk system*, establecen que los sistemas especializados en la generación de voz humana a partir de texto son conocidos como TTS (por sus siglas en inglés, *Text-To-Speech*) y, más generalmente, se puede contemplar también la transformación de cualquier representación simbólica lingüística en voz habla. Los sistemas de generación del habla se consideran un problema resuelto. Esto es debido a que existen sintetizadores del habla, imperfectos, pero efectivos para muchos dominios de aplicación y para varios idiomas.

1.2.2.2. Interfaces del lenguaje natural

Son un tipo de interfaces humano-computador, donde los fenómenos lingüísticos, como los verbos, frases y cláusulas actúan como controles de interfaz de usuario para crear, seleccionar y modificar datos en aplicaciones y software. La razón de la existencia de estas interfaces se debe a su velocidad y facilidad de comprensión, debido a que poseen una estructura semántica basada en el lenguaje natural; sin embargo, puede llegar a ser un reto comprender la gran variedad de funciones y comandos con los que estas cuentan.

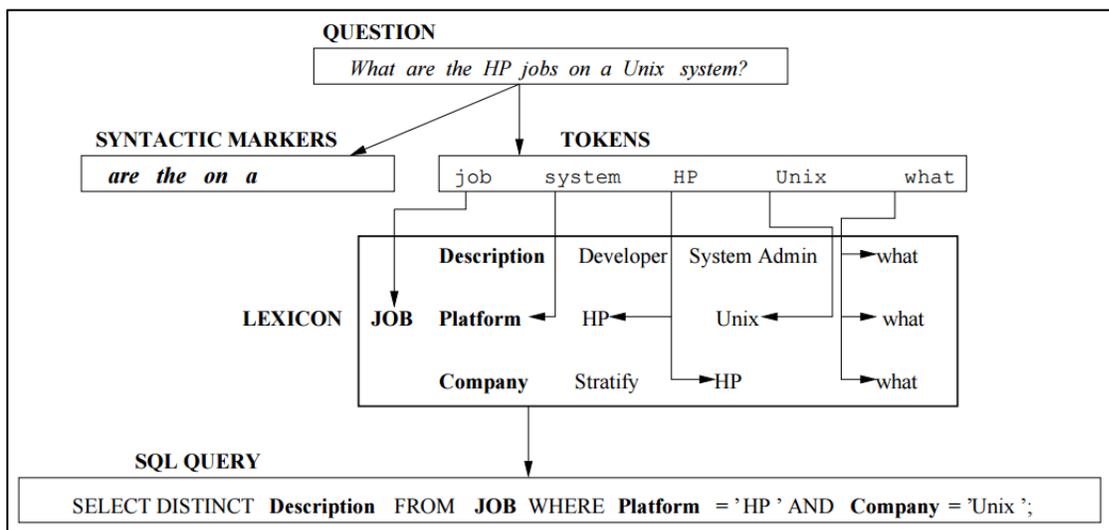
El objetivo de las interfaces del lenguaje natural es unificar la brecha entre el rendimiento lingüístico del usuario y la competencia lingüística de sistema computacional subyacente.

Los ejemplos más comunes de implementación de estas interfaces se encuentran en los sistemas de administración de bases de datos (DBMS). Según Shrobe y Kaufmann en su artículo *Exploring artificial intelligence: survey talks from the National Conference on Artificial Intelligence*, el lenguaje natural es uno de los métodos disponibles para la interacción humano y máquina, y sus mayores atractivos, en el área de DBMS son:

- Provee un vocabulario inmediato para hablar acerca de los contenidos de la base de datos.
- Provee un significado al acceso de información en la base de datos, independientemente de su estructura y coordinación.
- Protege al usuario del lenguaje de acceso formal propio del sistema a utilizar.

- Se encuentra disponible con un mínimo de entrenamiento, tanto para novatos como para usuarios ocasionales.

Figura 1. **La transformación de la pregunta: Cuáles son los comandos HP en un sistema UNIX a un query SQL**



Fuente: POPESCU, Ana-Maria. *Towards a Theory of Natural Language Interfaces to Databases*. p. 3.

1.2.2.3. Administración de discursos, comprensión de historias y generación de texto

“El objetivo de la administración de discursos y comprensión de historias es procesar la entrada de lenguaje natural para obtener hechos significantes o extraer la esencia de lo que está siendo dicho. Estos sistemas requieren acceso al conocimiento lingüístico que van desde el léxico, ser posible, al conocimiento del mundo relevante y al dominio del discurso”⁴. Las distintas aplicaciones van

⁴ MANARIS, Bill. *Natural language processing: a human-computer interaction perspective*. p. 11.

desde segmentación y clasificación de textos hasta motores de búsqueda de lenguaje natural y minería de datos.

Con el fin de realizar estas tareas, dichos sistemas deben incorporar componentes de generación de texto. Estos utilizan el conocimiento lingüístico recolectado para generar varias formas de texto, como nuevos resúmenes y documentos especiales. “Dados los últimos avances en la integración entre las técnicas de procesamiento del lenguaje natural hablado y tradicional debe ser sencillo extender dicho sistema para incorporar entradas y salidas habladas”⁵.

1.2.2.4. Traducción de máquina interactiva

Esta es una de las áreas más recientes que involucran el procesamiento del lenguaje natural en la interacción humano-computadora. El objetivo de un sistema de traducción de máquina es mapear desde una representación de lenguaje origen a una o más representaciones de lenguajes destino. A pesar de que ningún sistema de traducción de máquina puede manejar un lenguaje natural sin restricciones, existen varios casos de éxito en sub lenguajes bien definidos.

1.2.2.5. Asistentes de escritura inteligentes

Esta es otra rama en la que se ha aplicado exitosamente la técnica de procesamiento del lenguaje natural y consiste en proveer a los sistemas con soporte inteligente para la preparación de documentos. En esta categoría se pueden encontrar desde correctores ortográficos hasta agentes de separación, formateo y selección de texto de manera inteligente, correctores gramaticales, ambientes de creación y mantenimiento de documentos, ambientes con soporte

⁵ MANARIS, Bill; *Natural language processing: a human-computer interaction perspective*. p. 11.

de traducción, entre otros. Algunas aplicaciones son tan comunes que podría ser difícil creer que estas utilizan el procesamiento del lenguaje natural para cumplir sus objetivos.

Debido al éxito de esta área del NLP, es muy común encontrar una gran variedad de proyectos independientes y sistemas embebidos que proveen estas facilidades al usuario, especialmente en los procesadores de texto como Microsoft Word o LibreOffice Writer, dos de los más comunes en la actualidad.

1.3. La interacción humano-computadora mediante el procesamiento del lenguaje natural

Al hablar de interacción humano-computadora es posible imaginarla como en las historias de ciencia ficción futuristas donde las máquinas y los seres humanos interactúan a través de la voz. Eso es el procesamiento del lenguaje natural aplicado a la interacción humano-computadora. Usualmente en estas historias se ve cómo las máquinas poseen interfaces de interacción que les permiten una fluidez de comunicación tan natural, como la que posee cualquier ser humano.

Nikiforos Kamanaris en su artículo *Do HCI and NLP Interact* remarca que ambas disciplinas buscan objetivos en común, sin embargo, su interacción tiende a ser ambigua. Basta con revisar algunos de los principales textos bibliográficos dentro del área del NLP y buscar en sus índices referencias a la HCI para notar que no posee el nivel de importancia que se esperaría.

Aún así, existen antecedentes que involucran a ambas disciplinas, pero aún son pocos los estudios de estas dos áreas en conjunto. El problema al interactuar de esta manera surge porque las computadoras y los seres

humanos son distintos tipos de sistemas. Las computadoras son digitales, mientras que los seres humanos somos análogos. La manera en que la HCI soluciona esta brecha es por medio de la creación de interfaces, que consisten en módulos artificiales capaces de traducir señales digitales en representaciones análogas o viceversa. El enfoque siempre ha sido dirigido al usuario: las computadoras han sido adaptadas a las limitaciones, capacidades y necesidades de los seres humanos.

Bajo esta perspectiva, el lenguaje natural tiende a ser ignorado dadas las dificultades técnicas que contrae el desarrollo de un sistema efectivo de este tipo, lo que ha convertido al uso y aplicación del NLP, dentro de este contexto, en algo meramente ficticio.

Por otro lado, el NLP se ha enfocado, principalmente en sistemas de reproducción del lenguaje humano cuya idealización sería la eliminación de las interfaces de usuario. Este es otro concepto que se acerca más a una utopía, y se puede comprobar analizando la línea de evolución del NLP, y cómo es que los sistemas aún no son capaces de mantener una comunicación real con las computadoras. Esta limitante es causada por la gran complejidad del lenguaje humano; además de la tecnología, la cual aún no posee la evolución necesaria para formalizar la estructura del lenguaje. Es importante notar que, el hecho de intentar adaptar al ser humano a las capacidades y limitaciones de los sistemas generaría sistemas pobres respecto al comportamiento humano, derivando inmediatamente en el fracaso.

Aun cuando la capacidad de adaptación que posee el ser humano es impresionante, el hecho de adaptarse a un lenguaje reducido limitaría las capacidades de expresión, obteniendo un resultado contraproducente. Lo que se busca es facilitar el uso de los sistemas para el usuario, no que el usuario

aprenda un nuevo lenguaje para comunicarse con las computadoras. Por tales limitaciones técnicas, el NLP es excluido en gran parte por la HCI, sin embargo, la HCI tiene gran parte de teorías y metodologías que podrían llenar ese vacío y sobreponerse a las limitantes; aun así, el NLP también ha ignorado a la HCI de manera que no utiliza por su parte esas teorías y metodologías que mejorarían su desarrollo.

Se debe aceptar que existe una cierta sinergia entre ambas ramas y que aun con una capacidad limitada de reconocimiento del lenguaje humano puede mejorar fuertemente la usabilidad de los sistemas de computadora. Con el objetivo de proveer una buena interacción, un lenguaje viable sería aquel que presentara el conocimiento explícito y procesos para los cuales los usuarios y computadoras compartan un entendimiento común. Para superar las limitaciones del NLP, la HCI provee un profundo entendimiento de los usuarios, procesos y propone técnicas de interfaces innovadoras. NLP, por su lado aporta su conocimiento siguiendo un diseño centrado en el usuario.

Las interfaces, ya sea visuales u orales, proveen soluciones parciales a varias dificultades de comunicación natural, además, el aumento en la utilidad, en una reduce la utilidad de la otra respectivamente, ya que cuando la interacción es mediada por interfaces gráficas estructuradas, la variabilidad y complejidad del lenguaje natural se ve ampliamente reducida, debido a que las representaciones gráficas están hechas para reducir la dificultad de interacción a través de los métodos convencionales de entrada y salida de dispositivos. Estas permiten al usuario saber y conocer los objetos y acciones que tiene a su disposición.

Por otro lado, el NLP puede reducir muchas restricciones del modo gráfico de interacción, como lo sería la delegación de órdenes por medio de la voz y la

manipulación de objetos invisibles, además de la facilidad de agrupar sets de instrucciones básicas en comandos individuales de alto nivel. Aquí es donde juegan un papel muy importante las interfaces multimodales, ya que son las que deberán representar una evolución de las interfaces visuales de manera natural y rentable. “La combinación del diálogo con el modo de acción por interfaz representará la sinergia óptima entre HCI y NLP”⁶.

1.3.1. Dificultades a considerar al momento de hacer uso del NLP para la HCI

Al momento de intentar aplicar el NLP y la HCI en una aplicación surgen inconvenientes que pueden reducir la efectividad con la que son aprovechadas dichas disciplinas. Entre las principales dificultades a tomar en cuenta se encuentran las siguientes:

- Error humano

Se refiere a las posibles entradas erróneas que el usuario pueda realizar, ya sea intencionalmente o no y que pueden dar lugar a una interpretación incorrecta de las instrucciones proporcionadas al sistema.

Según Xander Wilcke en su artículo *NLP in modern HCI: an overview* al realizar el reconocimiento de los comandos proporcionados por el ser humano, las dificultades en la HCI pueden surgir desde ambos lados de la interacción humano y máquina, causando razonamientos fallidos y errores de salida, fallando así en una interacción exitosa y minando la confianza que el usuario pueda tener en cualquier uso futuro del sistema.

⁶ DE ANGELI, Antonella. PETRELLI, Daniela; *Bridging the gap between NLP and HCI: A new synergy in the name of the user.* p. 4.

Cosas como tartamudeos, omisiones y sustituciones de palabras forman parte en una conversación normal entre seres humanos y, por lo tanto, para que una aplicación pueda ser utilizada mediante el lenguaje hablado naturalmente, es necesario que sean identificadas y evaluadas de la mejor manera posible.

- Situaciones de hardware y del ambiente

Al utilizar el procesamiento del lenguaje natural en un ambiente real, donde se pueden hallar diversas fuentes de ruido, se cuenta con el reto de identificar correctamente la instrucción que el usuario ha indicado al sistema. Para que el sistema sea capaz de superar esta situación debe lidiar asumiendo posibles pérdidas de información.

Dentro de este aspecto se deben considerar de igual manera las especificaciones del hardware a utilizar, ya que esto puede causar variaciones en la calidad de información percibida por el receptor.

- Procesamiento digital

En esta etapa, la información recibida por la aplicación es transformada en una representación digital y lógica previo a la respuesta que pueda proveer el sistema. Wilcke indica que la manera en la que se compone esta representación es importante para transmitir el significado correcto de la oración y para ser capaz de discriminar entre las distintas partes de la pronunciación y su función en la oración.

Entre las soluciones para afrontar este problema se destaca el uso de una gramática específica, llamada lógica lambda. Esta es la unión de la lógica de primer orden y el cálculo lambda. Otra solución sugerida es la utilización de

VoiceXML, que fue creado específicamente para el diseño de sistemas de voz interactivos.

- Comprensión y pragmática

Debido a la complejidad del lenguaje humano, una simple oración puede llegar a tener múltiples significados. Aun logrando un procesamiento digital adecuado, el sistema se enfrenta al reto de entender el verdadero significado que el ser humano, a través de dicha oración, espera transmitir hacia el sistema. Para lograr esto, los sistemas de NLP requieren establecer el contexto dentro del cual se está haciendo uso de dicha oración y así establecer un enlace entre ambas partes.

Es importante recordar que al momento de realizar un árbol gramatical con la información recibida, si dicha información es ambigua, será posible crear más de un árbol de análisis. Mediante la asociación de la oración al contexto de la conversación, debe ser posible la selección del árbol gramatical con la mayor probabilidad de ser el adecuado con base en las circunstancias contextuales en las que se encuentra.

2. ACEPTACIÓN DEL USO DEL PROCESAMIENTO DEL LENGUAJE NATURAL EN DISPOSITIVOS MÓVILES

2.1. Introducción

Como se ha podido notar, los dispositivos inteligentes han adquirido una popularidad tal, que actualmente es posible encontrarlos en cualquier país. Y no solo eso, su precio se reduce conforme su demanda aumenta, lo que permite que cada vez más personas tengan la posibilidad de obtener estos dispositivos modernos. Este es un gran salto tecnológico, además, es un gran paso hacia una realidad futura en la que la tecnología se adentre a la vida cotidiana, a tal punto que cada cosa con la que se interactúe sea conocida como un objeto inteligente.

El surgimiento de estos dispositivos abre un mundo de posibilidades que anteriormente el ser humano no pudo haber imaginado, una era de acceso e interacción ubicuos, esto mediante la interconexión entre dispositivos, ya sea a través de redes locales o internet. El ser humano ahora tiene la posibilidad de realizar un sinnúmero de tareas, esté en el lugar que esté, esto es por medio de los dispositivos móviles. Actualmente, el mercado ofrece gran variedad de celulares que pueden ser catalogados fácilmente como dispositivos inteligentes. Desde proveer acceso a redes sociales e internet, hasta la capacidad de ejecutar aplicaciones y funcionar como dispositivos de almacenamiento, los dispositivos inteligentes rápidamente están tomando gran importancia dentro de la vida cotidiana.

Dentro del sinnúmero de posibilidades que provee este tipo de dispositivos no puede quedarse a un lado los medios de interacción. El reconocimiento de voz, de movimientos, identificación de rostros, pantallas táctiles forman parte de los elementos mediante los cuales es posible tener una interacción con estos dispositivos. A través de la HCI se puede englobar todos estos tipos de interacción y catalogarlos como interfaces multimodales. La interacción multimodal provee al usuario de múltiples maneras de hacer frente a un sistema.

Mark Weiser, quien introdujo el concepto de ubicuidad y obtuvo reconocimiento a nivel mundial por su libro *The computer for the Twenty-First Century* confronta los términos de realidad virtual y ubicuidad, indicando que son términos opuestos. Mientras que la realidad virtual trata de poner a la vida de las personas dentro de un mundo generado por ordenador, las tecnologías ubicuas fuerzan al ordenador a salir y convivir en el mundo real junto con el ser humano. Weiser indicaba que, el ocaso de las computadoras sería un suceso en el cual, el avance tecnológico sería tal que los ordenadores personales serán sustituidos por ordenadores invisibles encajados en objetos de uso diario.

Cada vez se hace más evidente que la visión de Weiser del futuro no pudo ser más acertada en ese aspecto, ya que esto es lo que en realidad sucede en la actualidad. La computadora personal ha dejado de ser un elemento único para la realización de tareas y ha pasado a introducirse poco a poco en cada uno de los elementos de la vida diaria. Como principales exponentes se tiene los *smartphones*.

Siendo los teléfonos, elementos tan comunes del entorno del ser humano actual y que han existido ya por varias décadas, la adición a estos dispositivos, de ese ordenador invisible ha producido un cambio enorme en la sociedad

de uso de dispositivos mediante comandos de voz? Y ¿Cuál es la usabilidad que tienen los comandos de voz en los dispositivos inteligentes?

2.2. Diseño del instrumento

Luego de establecer el objetivo principal del presente estudio, se procede a identificar la teoría a tomar como base.

2.2.1. Teorías de aceptación de uso de la tecnología

Para explicar la aceptación de la tecnología se han diseñado y perfeccionado varias teorías que han comprobado ser útiles al momento de dar explicación a este fenómeno. “En este tipo de estudios se espera entender la intención del individuo y predecir su comportamiento hacia los nuevos artefactos de IT y hacia las nuevas innovaciones tecnológicas”⁷.

2.2.1.1. Modelo de aceptación de la tecnología (TAM)

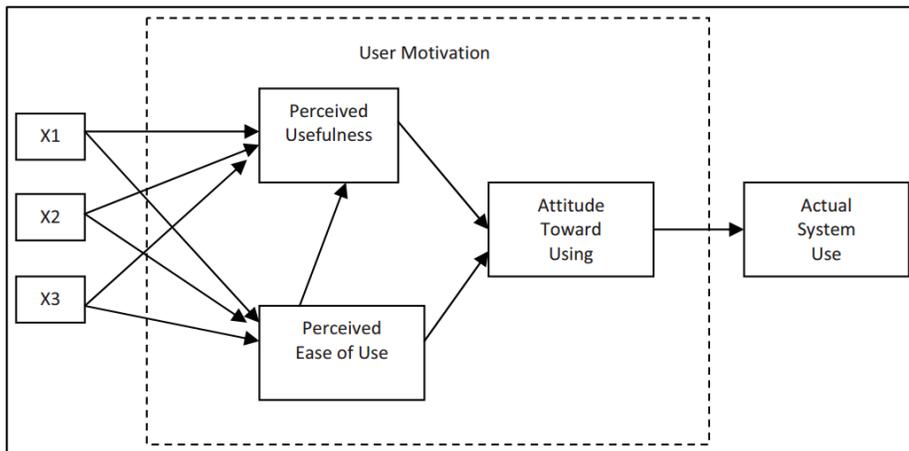
Es una teoría aplicable al contexto de sistemas de la información y cuyo propósito es modelar el comportamiento de aceptación de los usuarios ante el uso de un elemento tecnológico.

En 1985, Fred Davis propone el modelo de aceptación de la tecnología (TAM) en su tesis doctoral. “Él afirma que el uso de un sistema es una respuesta que puede ser explicada o predicha por la motivación del usuario,

⁷ GRAZIZADEH, Sahar. *Acceptance Theory on Mobile Services and Applications*. p. 16.

que, sucesivamente está directamente influenciada por un estímulo externo consistente de las funcionalidades y capacidades reales del sistema”⁸.

Figura 4. TAM original propuesto por Fred Davis



Fuente: CHUTTUR, Mohammad. *Overview of Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions*. p. 3.

Este modelo sugiere que, cuando a los usuarios se les presenta una nueva tecnología, existen dos factores principales que influyen en la intención de uso: la facilidad de uso percibida y la usabilidad percibida, y la primera de estas influyendo en la segunda. Dicha intención es un indicador que puede ser utilizado para predecir el uso real que el sistema llegará a alcanzar. Finalmente, tanto la usabilidad como la facilidad de uso percibidas son movidas por características específicas del modelo, identificadas como X1, X2 y X3.

Barnes y Huff en su artículo *Rising Sun: iMode and the wireless internet* publicado en la revista *Communications of the ACM* establece que el objetivo

⁸ CHUTTUR, Mohammad. *Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions*. p. 1.

más importante de la teoría de aceptación de la tecnología es explorar aquellos factores que influyen en la adopción y difusión de las nuevas tecnologías a través de un sistema social.

Sin embargo, en otras investigaciones, como la de Grazizadeh han argumentado que los supuestos en el TAM no son suficientes para predecir las intenciones del usuario y que hay una ausencia de otros supuestos que pueden ser utilizados para un mejor entendimiento.

2.2.1.2. Teoría de la acción razonada (TRA)

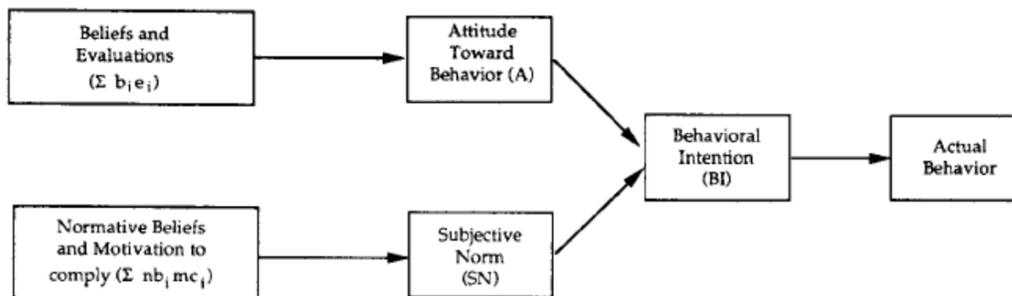
Esta teoría, establecida por Fred D. Davis Jr en su publicación *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information sistemas: theory and results*, afirma que el comportamiento real de una persona puede ser determinado, considerando su intención previa junto a la convicción que la persona tendría por dicho comportamiento. “Esta teoría define la intención que una persona tiene, previo a un comportamiento actual, como la intención del comportamiento de esa persona, y definida como una medida de la intención propia de realizar un comportamiento”⁹.

Esta teoría, propuesta por Fishbein y Ajzen, afirma que la intención de comportamiento puede ser determinada por consideración tanto de la actitud que la persona tiene hacia el comportamiento actual, y la norma subjetiva asociada con el comportamiento en cuestión. La actitud que la persona tiene hacia el comportamiento está definida como los sentimientos, positivos o negativos, a cerca de la realización del comportamiento. La norma subjetiva se refiere a la percepción de la persona de que la mayoría de las personas que

⁹ CHUTTUR, Mohammad. *Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions*. p. 3.

son importantes para él o ella piensan que debería o no realizar el comportamiento.

Figura 5. **Teoría de la acción razonada**



Fuente: CHUTTUR, Mohammad. *Overview of Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions*. p. 4.

2.2.1.3. **Teoría de la conducta planificada**

Esta teoría fue expuesta por Ajzen en 1985, con el objetivo de mejorar las capacidades de predicción de la teoría de la acción razonada. Esto lo logra mediante la inclusión de la variable: Control conductual percibido. “El modelo de la teoría de la conducta planificada es muy similar al modelo de la teoría de la acción razonada, con excepción de que este toma en cuenta un constructo adicional: el control comportamental percibido, que se refiere a la percepción de control por encima del rendimiento de un comportamiento dado”¹⁰.

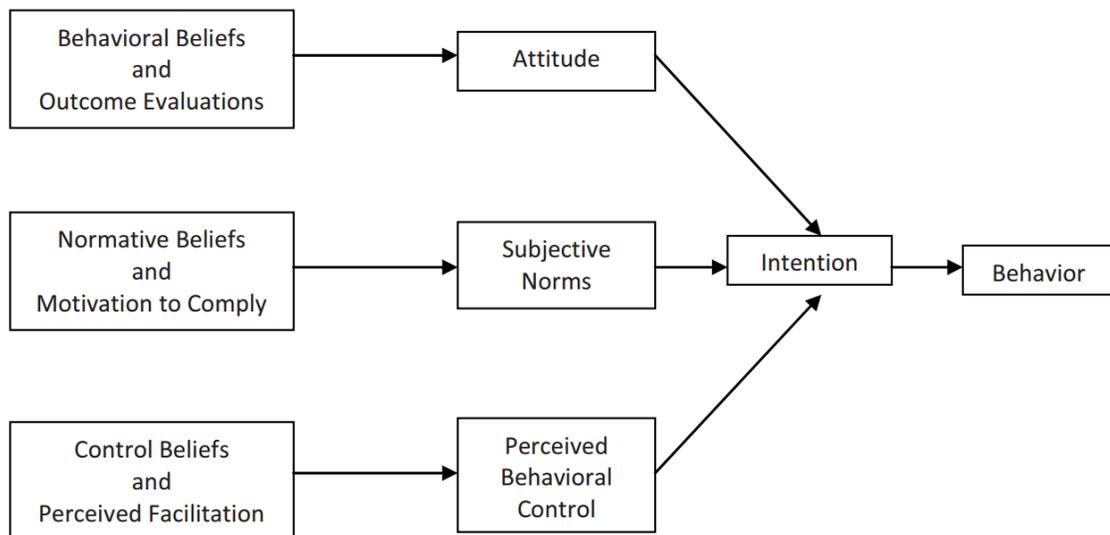
Ajzen y Fishbein, en su publicación *Understanding attitudes and predicting social behavior*, explican que la exactitud del control conductual percibido es

¹⁰ CHUTTUR, Mohammad. *Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions*. p. 12.

determinada por el comportamiento de uso de un individuo. Un alto grado de control conductual conduce a una mayor intención de uso y juntos, ellos conducen a un alto grado de comportamiento de uso.

Fue Kieran Mathieson, quien al comparar ambas teorías, definió un modelo donde se incluían elementos de ambas teorías, postulando también que el control conductual percibido es influenciado por la creencia de control, que engloba la disponibilidad de habilidades y recursos, y la creencia de facilitación que es la evaluación de los recursos disponibles para alcanzar un resultado dado.

Figura 6. **Teoría de la conducta planificada (TPB)**



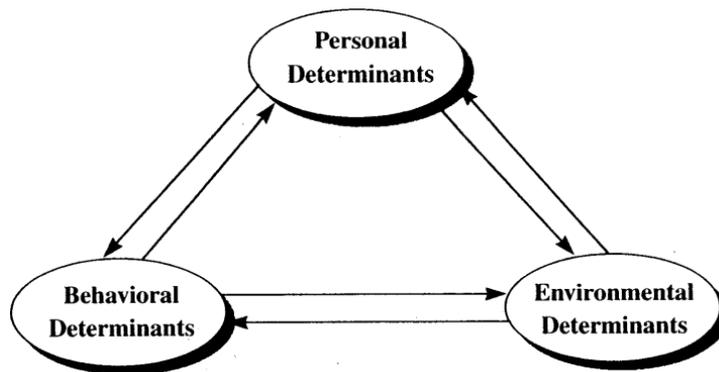
Fuente: CHUTTUR, Mohammad. *Overview of Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions*. p. 13.

2.2.1.4. Teoría social cognitiva

Propuesta por Bandura en 1977, esta teoría afirma que cuando las personas observan un modelo realizando un comportamiento y las consecuencias de dicho comportamiento, ellos recuerdan la secuencia de eventos y usan esta información para guiar subsecuentes comportamientos.

Bandura indica que observar un modelo puede también estimular a los visores a participar en el comportamiento que ellos ya aprendieron.

Figura 7. **Esquematación de la teoría del conocimiento social**



Fuente: BANDURA, Albert. *Media effects: Advances in theory and research*. p. 122

2.2.1.5. Teoría de la difusión de la innovación

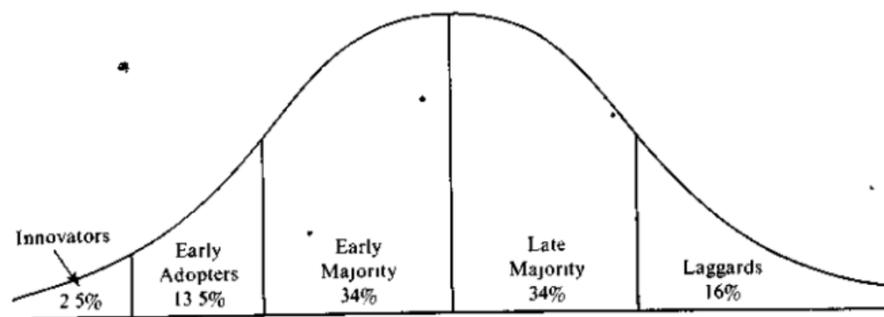
En 1995, Everett M. Rogers, en su libro *Diffusion of Innovations* propone esta teoría, en la cual define una métrica llamada radio de adopción de la innovación, consiste en la velocidad en que una innovación es adoptada por los miembros de un sistema social. Este es usualmente medido como el número de individuos que adoptan una nueva idea en un período específico.

Él propone que hay cuatro elementos principales que influyen la difusión de una nueva idea:

- La innovación como tal.
- Los canales de comunicación.
- El tiempo.
- El sistema social.

Los adoptadores, en base a su tiempo de adopción, se categorizan como: innovadores, adoptadores tempranos, mayoría temprana, mayoría tardía y los rezagados.

Figura 8. **Modelo de la teoría de difusión de la innovación**



Fuente: ROGERS, Everett. *Diffusion of Innovations*. p. 247.

2.2.1.6. **Modelo motivacional**

También conocido como administración por objetivos o administración por resultados. Fue propuesto por Peter Drucker en 1954. en su libro *The practice of Management*. Drucker sostiene que la motivación por sí misma no es solo un constructo psicológico estático, sino un proceso dinámico. Por lo tanto, los

medios de motivación cuando los individuos han percibido estimulación por factores ambientales externos, resultan en un proceso psicológico antes del comportamiento real, cuando el proceso psicológico se ha acumulado hasta cierto grado, se desencadenará el comportamiento real o la eliminación del comportamiento real.

2.2.1.7. Combinación TAM-TPB (C-TAM-TPB)

Propuesta por Taylor y Todd, la integración de TAM con TPB se fundamenta en la adición de la variable manipulable, experiencia del usuario, y el resultado del estudio demostró que el comportamiento real de los usuarios experimentados es afectado más fácilmente por la intención de comportamiento que la de aquellos sin experiencia. “Su estudio también indica que el impacto de la usabilidad percibida y el control comportamental percibido es diferente entre los usuarios experimentados y los no experimentados”¹¹.

2.2.1.8. Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología

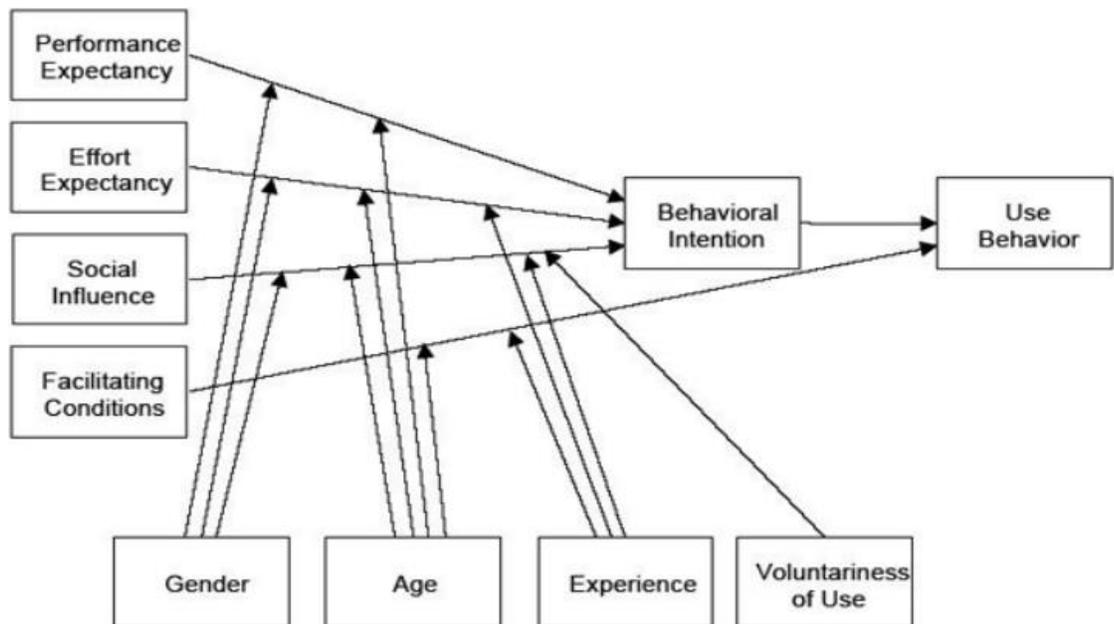
Según Viswanath Venkatesh, en su artículo *User acceptance of information technology: toward a unified view* la teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT) surge como resultado de la unificación de las teorías anteriormente expuestas, junto a la teoría del modelo de utilización de PC (MPCU), complementándolas con cuatro dimensiones que afectan la intención de conducta: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras. También son removidos algunos elementos, como la actitud hacia el uso de la tecnología, autoeficacia y

¹¹ MEI, Shuo, XIN, hu; ZENG, Zili. *Factors affecting a mobile application's acceptance. An empirical stury of user acceptance of WeChat in China.* p. 15.

la inquietud, según esta teoría, no son determinantes directos de la intención. Además, esta teoría recopila y unifica elementos de las teorías anteriores en cuatro nuevos indicadores, jugando un papel de moderadores clave: género, edad, voluntariedad y experiencia, conocidos como los cuatro determinantes esenciales de la UTAUT.

El origen de estos cuatro nuevos indicadores se muestra a detalle en la tabla I. Su origen proviene de la operacionalización unificada de elementos claves de las teorías previas, en las cuales está fundamentada y de la cual se muestra una versión resumida de los criterios que definen los fundamentos de esta teoría.

Figura 9. **Teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología**



Fuente: VENKATESH, Viswanath. *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. p. 447.

Tabla I. **Los cuatro determinantes clave del UTAUT**

Determinantes del UTAUT	Los sub determinantes	El origen del modelo integrado
Expectativa de rendimiento	Usabilidad percibida	TAM/TAM2/C-TAM-TPB
	Motivación extrínseca	MM
	Ajuste de trabajo	MPCU
	Ventaja relativa	IDT
	Expectativas de resultado	SCT
Expectativa de esfuerzo	Facilidad de uso percibida	TAM/TAM2
	Complejidad	MPCU
	Facilidad de uso	IDT
Influencia social	Norma subjetiva	TRA, TAM2, TPB/DPTB, C-TAM/TPB
	Factores sociales	MPCU
	Imagen	IDT
Condiciones facilitadoras	Control conductual percibido	TPB/DTPB, C-TAM-TPB
	Condiciones facilitadoras	MPCU
	Compatibilidad	IDT

Fuente: WU, Yu-lung. *Using UTAUT to explore the behavior of 3G mobile communication users.*
p. 3.

2.2.2. Modelo de investigación

Luego de realizar la revisión de las teorías más utilizadas en el estudio de la aceptación de la tecnología, se decidió aplicar en el presente estudio la teoría unificada de la aceptación y uso de la tecnología con una ligera variación, ya que por circunstancias propias de esta investigación se considera que el uso del procesamiento del lenguaje natural para la interacción en una aplicación será un método de interacción alterno; eliminando así la necesidad de evaluar la voluntariedad u obligatoriedad de uso del mismo. Además, dado que no se

evaluó el uso real mediante la encuesta, solamente se incluye la intención conductual de uso y a esta se asoció la determinante condiciones facilitadoras. A continuación se detallan cada uno de los elementos que conforman este modelo:

- Intención conductual

Definida como a intención de un individuo de realizar o no una acción, la intención conductual es la variable de principal interés en este estudio, ya que puede ser utilizada como determinante para establecer el uso real de la tecnología en cuestión, por medio de la predicción del comportamiento.

Se ha argumentado que el factor más importante que determina la aceptación y uso de la tecnología es la intención del usuario. “La intención conductual ha sido ampliamente investigada, especialmente en investigaciones de sistemas de información; sin embargo, es un fenómeno que requiere aún de mucha investigación”¹². Se han realizado una diversidad de investigaciones sobre la aceptación de la tecnología, muchas con variantes en cuanto a sus determinantes; sin embargo, para esta investigación se utilizará el modelo original propuesto por Venkatesh, y que solamente cuenta con cuatro determinantes: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras.

- Expectativa de rendimiento

“Es definida como el grado en el cual un individuo cree que usar el sistema le ayudará a él o ella a conseguir mejoras en su desempeño laboral o

¹² ABUBAKAR, Faruq. *The moderating effect of technology awareness on the relationship between UTAUT constructs and behavioural intention to use technology: a conceptual paper*. p. 15.

personal”¹³. Está conformado por cinco constructos de los diferentes modelos que se integran en el la UTAUT, siendo estos:

- La usabilidad percibida, vistos en TAM/TAM2 y C-TAM-TPB.
- La motivación extrínseca propia del MM.
- Ajuste de trabajo que forma parte del MCPU.
- La ventaja relativa, existente en el IDT.
- La expectativa de resultado del STC.

Venkatesh destaca que este constructo es el predictor más fuerte de la intención de uso del usuario y permanece constante independientemente de si se considera la voluntariedad u obligatoriedad como una variable moderadora.

Desde un punto de vista teórico, se puede esperar que la relación entre esta determinante y la intención de uso se vea moderada por el género y la edad. Ya que investigaciones previas lo demuestran, los hombres tienden a ser altamente orientados a procesos, razón por la cual se detectó que la expectativa de rendimiento enfocada en el cumplimiento de tareas era más probable a ser sobresaliente en los hombres. También se ha demostrado que las diferencias entre los estudios de género pueden ser engañosos si no se toma en cuenta la edad.

- Expectativa de esfuerzo

“La expectativa de esfuerzo es definida como el grado de facilidad asociado con el uso del sistema”¹⁴. Está fundamentada en tres constructos de sus modelos base y que engloban el concepto de esta determinante. Estos son:

¹³ VENKATESH, Viswanath. *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. p. 447.

- La facilidad de uso percibida, propia del TAM y TAM2.
- La complejidad, definida por el MPCU.
- La facilidad de uso, previamente incluida en el IDT.

No presenta ningún tipo de variación con respecto al contexto obligatoriedad o voluntariedad de uso.

“Investigaciones realizadas, utilizando la expectativa de esfuerzo, sugieren que esta determinante es más sobresaliente para mujeres que para hombres”¹⁵, por lo tanto, no solo el género sino también la edad son factores moderadores que deben ser considerados. Finalmente, fue detectado que personas con experiencia previa con la tecnología evaluada, también presentaban una expectativa de esfuerzo sobresaliente. En respuesta a esto, se debe considerar dicha variable como una variable moderadora.

- Influencia social

Es definida como el grado en el que un individuo percibe que otras personas importantes para él o ella creen que debería usar el nuevo sistema. La influencia social juega un papel como determinante directo y está representado, por su equivalente en las otras teorías, por la norma subjetiva en TRA, TAM2, TPB/DTPB y C-TAM-TPB; también descrita como factores sociales en MPCU y como imagen en IDT. Todos estos determinantes hacen referencia a un mismo punto: La influencia que tienen otras personas sobre la decisión de un individuo de usar o no usar la tecnología.

¹⁴ VENKATESH, Viswanath. *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. p. 450.

¹⁵ VENKATESH, Viswanath; MORRIS, Michael. *Why don't men ever stop to ask for directions? Gender social influence, and their role in technology acceptance and usage behaviors*.

Según Venkatesh, la influencia social ha demostrado ser significativa en contextos obligatorios, sin embargo, dentro de los contextos opcionales puede llegar a ser irrelevante. La razón por la que se ha tomado en cuenta este determinante, a pesar de estar enfocando esta investigación dentro de un contexto de uso voluntario es porque, en contextos voluntarios funciona influenciando la percepción a cerca de la tecnología.

En el artículo *A theoretical extensión of the Technology Acceptance Model: Survey talks from the National Conferences of artificial intelligence* Venkatesh expone que mientras las anteriores dos determinantes se relacionan, con el fin de alterar la estructura de creencias de un individuo y causar que un individuo responda a una potencial mejora de su estatus social, el mecanismo de obediencia presente en esta causa que el individuo simplemente altere su propia intención, ya sea con aprobación o rechazo, en respuesta de la presión social.

Esta teoría también sugiere que las mujeres tienden a ser más sensitivas hacia las opiniones de otros, y por lo tanto, la influencia social es más sobresaliente cuando se establece una intención de uso de nueva tecnología, con un efecto declinante con la experiencia. Debido a tales circunstancias, también se agregan las variables moderadoras de edad, género y experiencia como parte influyente para esta determinante.

- Condiciones facilitadoras

Son definidas como el grado en el que un individuo cree que una estructura organizacional y técnica existe para apoyar el uso del sistema. Este determinante surge al unificar tres constructos: control procedural percibido,

definido en TPB/DTPB y C-TAM-TPB, las condiciones facilitadoras, establecido en MPCU y la compatibilidad, definida por el IDT.

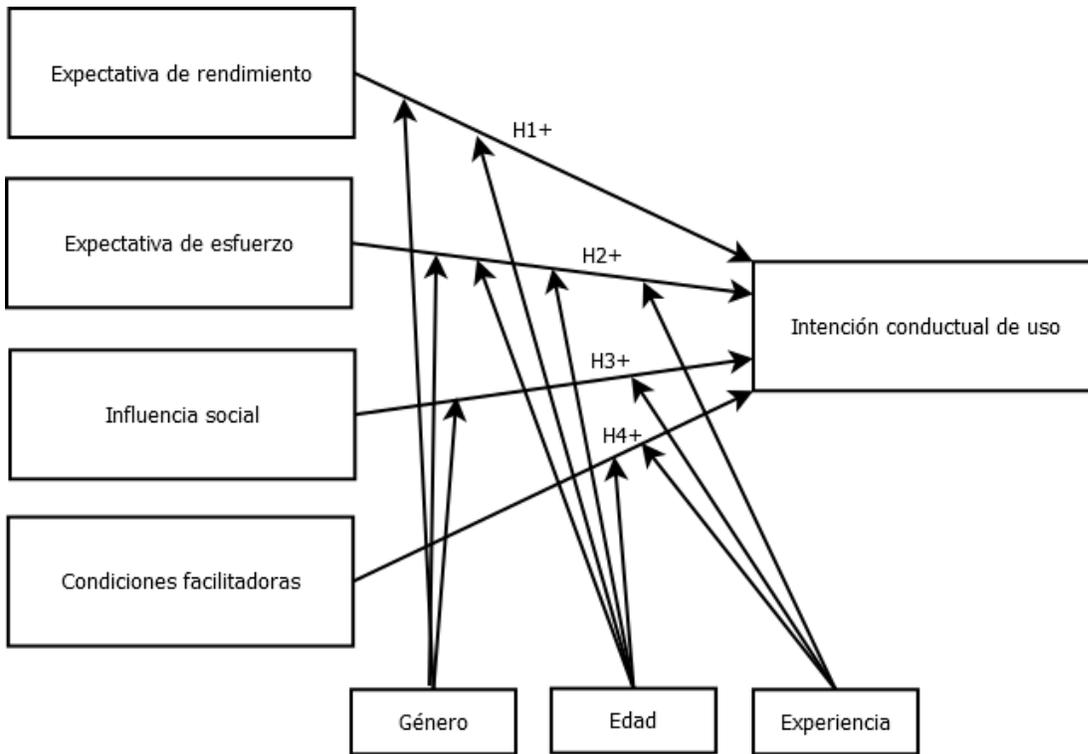
Psicólogos organizacionales han detectado que, los trabajadores de mayor edad dan mayor importancia a la ayuda recibida y asistencia en el trabajo, como lo mencionan Hall y Mansfield en su artículo *Relationship of age and seniority with career variables of engineers and scientists*. Por tal razón son consideradas la edad y la experiencia como variables moderadoras para este determinante.

2.2.3. Hipótesis

Tomando como referencia las bases establecidas por investigaciones previas y usando como fundamento los constructos en los cuales se fundamenta la UTAUT, se han establecido las siguientes hipótesis:

- H1: la expectativa de rendimiento tiene un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphones*, y esta se ve moderada por el género y la edad de la persona.
- H2: la expectativa de esfuerzo tiene un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphones* y esta se ve moderada por el género, la edad y la experiencia de la persona.
- H3: la influencia social tiene un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphones* y esta se ve moderada por el género, la edad y la experiencia de la persona.
- H4: las condiciones facilitadoras tienen un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphones* y esta se ve moderada por la edad y la experiencia de la persona.

Figura 10. **Modelo de investigación propuesto**



Fuente: elaboración propia, empleando el programa DIA.

2.3. Muestra

Para este estudio se tomará como universo a la población guatemalteca poseedora de, al menos un *smartphone*. Según datos recolectados y proporcionados por el Renap por medio del sitio web de Prensa Libre, al último día de 2015 se había registrado a 17 millones 154 mil 812 personas en Guatemala; de las cuales ocho millones 387 mil son hombres y ocho millones 776 mil 70 son mujeres. También indican que, al seccionar la población por sector, los menores suman seis millones 951 mil 836 y los mayores de edad

llega a los diez millones 202 mil 976¹⁶. Utilizando esta información se obtiene un total de población de 17 millones 154 mil 812 habitantes inscritos en el Renap.

En otra publicación de Prensa Libre, con datos proporcionados por la Superintendencia de Telecomunicaciones (SIT); al 31 de diciembre de 2015 habían 17 millones 196 mil 054 móviles prepago y 925 mil 336 post-pago, para un total de 18 millones 121 mil 390 líneas¹⁷. Estos datos evidencian que la cantidad de usuarios de teléfonos móviles han sobrepasado la cantidad de pobladores del país. A finales de de 2014, nuevamente basándose en información de la SIT, se calculó que los *smartphones* ocupan entre el 8 y el 10 % del mercado; es decir, que de cada 100 teléfonos, 10 tienen sistemas inteligentes¹⁸. Tomando como base todos los datos mencionados con anterioridad, se concluye que el universo a estudiar es un 10 % del total de teléfonos móviles previamente mencionados, ascendiendo a la cantidad de aproximadamente un millón 820 mil teléfonos móviles, siendo considerado como el total de *smartphones* dentro del país.

Haciendo uso del teorema del límite central se realizó un cálculo de muestra para proporciones, concluyendo que con 200 muestras se tendría un nivel de confianza del 95 % y un margen de error de 6,93 % siendo esta la cantidad de individuos de los que se deseaba obtener respuesta. Al finalizar la recolección se obtuvo un total de 228 encuestas y fueron estas las que conformaron el total de datos a analizar.

¹⁶ HERNÁNDEZ, Manuel. Prensa Libre. *Población supera los 17.1 millones*. <http://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/poblacion-supera-los-171-millones>.

Consulta: 11 de junio de 2016

¹⁷ RAMÍREZ, Guillermo. Prensa Libre. *Empresas no podrían progresar sin smartphones*. <http://www.prensalibre.com/economia/empresasportatiles>. Consulta: 11 de junio de 2016

¹⁸ CORONADO, Eddy. Prensa Libre. *Revolución en smartphones*. <http://www.prensalibre.com/tecnologia/Tecnologia-revolucion-en-smartphones-banda-4G-0-1245475441>. Consulta: 11 de junio de 2016

2.4. Encuestas

Se utilizó una encuesta para recolectar los datos de intención de uso de los comandos de voz en *smartphones*. La encuesta fue estructurada con base en los constructos definidos por la UTAUT, respetando las variantes establecidas por los ajustes hechos para el propósito de esta investigación.

Las preguntas se dividieron en dos partes: Las de fondo, que toman parte en la investigación como las variables moderadoras, y las preguntas acerca de los factores de uso, que representan a los determinantes del modelo. Las preguntas de fondo referentes al género, edad, escolaridad, uso de *smartphones* y experiencia en el uso de comandos de voz en *smartphones*. Su propósito fue segmentar la población, por lo que, para preguntas como la edad y escolaridad se crearon grupos en los cuales se incluían categorías dentro de las cuales el encuestado se debía colocar, eligiendo la categoría que considerara más adecuada.

Las preguntas sobre los factores fueron adaptadas en concordancia con la UTAUT, utilizando sus cuatro factores principales: expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras. Cada elemento fue cubierto por una o más preguntas y cuya operacionalización se muestra en la tabla II. Para la valuación de la respuesta en esta sección se hizo uso de elementos tipo Likert de cinco puntos donde el encuestado reflejaba su posición de aceptación o rechazo hacia las afirmaciones propuestas en la encuesta. Los elementos fueron etiquetados con los valores desde 1 como totalmente en desacuerdo hasta 5 como totalmente de acuerdo. Las afirmaciones propuestas por la teoría fueron interpretadas de manera simplificada, sin afectar el propósito de la pregunta original. Finalmente, la encuesta fue compartida con un pequeño grupo de encuestados para obtener

sus impresiones sobre la facilidad de comprensión de las preguntas y ajustadas según indicaciones de dicho grupo.

Tabla II. **Operacionalización de la encuesta**

Cod	Afirmación	Determinante
PE1	El uso de instrucciones de voz en mis apps sería útil en mi estudio/trabajo.	Expectativa de rendimiento
PE2	Usar instrucciones de voz en mis apps me permitiría lograr mis objetivos más rápidamente.	
PE3	Usar instrucciones de voz en mis apps incrementaría mi productividad.	
EE1	La interacción con mis apps mediante instrucciones de voz sería de manera transparente y comprensible.	Expectativa de esfuerzo
EE2	Me sería fácil volverme hábil en el uso de instrucciones de voz dentro de mis apps.	
EE3	Me resultaría fácil interactuar con apps mediante instrucciones de voz.	
EE4	Sería fácil aprender a utilizar mis apps mediante instrucciones de voz.	
SI1	Las personas que influyen en mi comportamiento piensan que debería usar instrucciones de voz.	Influencia social
SI2	Las personas que son importantes para mí piensan que debería usar comandos de voz en mis apps.	
FC1	Cuento con los recursos necesarios para utilizar apps que me permitan interactuar por medio de instrucciones de voz con mi <i>Smartphone</i> .	Condiciones facilitadoras
FC2	Cuento con el conocimiento necesario para usar instrucciones de voz en mi <i>Smartphone</i> .	
BI1	Intentaré utilizar apps con las que pueda interactuar por medio de instrucciones de voz en los próximos 3 meses.	Intención conductual de uso
BI2	Predigo que utilizaré apps con las que pueda interactuar por medio de instrucciones de voz en los próximos 3 meses.	
BI3	Planeo usar apps con las que se pueda interactuar por medio de instrucciones de voz en los próximos 3 meses.	

Fuente: elaboración propia.

2.5. Análisis de resultados

Para el análisis y validación de las hipótesis de investigación, se utilizó el modelo de ecuaciones estructurales (SEM) para construir el modelo cuantitativo, estimado con procedimientos de máxima verosimilitud y testado, utilizando SPSS Statistics.

Este análisis se estructuró utilizando como referencia los elementos propuestos en el sitio StatWiki (1), para la construcción de un modelo cualitativo, donde se sugiere tomar en cuenta los siguientes elementos: filtrado de datos, análisis de factores exploratorios, análisis de factores confirmatorios, validación de hipótesis y modelo estructurado.

2.5.1. Características de la muestra

La encuesta se diseñó *online* haciendo uso de Google Forms y se compartió de manera electrónica a través de redes sociales y aplicaciones de mensajería y correo. La encuesta fue publicada la tercera semana de junio de 2016 y removida a principios de la primera semana de julio del mismo año, cumpliendo así 4 semanas de recolección de datos. Se recibieron 228 respuestas, de las cuales 23 (10,1 %) no fueron tomadas en cuenta, pues no cumplían con el hecho de ser usuarios de *smartphones*. El resto, 205 encuestas (89,9 %) se utilizaron para realizar los cálculos pertinentes en la investigación.

Tabla III. Características de la muestra

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Género	Masculino	119	58,05
	Femenino	86	41,95

Continuación de la tabla III.

Edad	Menos de 20	19	9,27
	20 a 29	137	66,83
	30 a 39	36	17,56
	40 a 49	11	5,36
	50 o más	2	0,98
Nivel de escolaridad	Ninguno	1	0,49
	Primaria	1	0,49
	Media	101	49,27
	Superior	102	49,75
Experiencia con la tecnología	Sí	119	58,05
	No	86	41,95

Fuente: elaboración propia.

2.5.2. Filtrado de datos

Para realizar un análisis de datos adecuado es necesario filtrar los datos recolectados en la encuesta y verificar que cumplan con los requisitos mínimos para que su aporte sea beneficioso en el análisis de su comportamiento del modelo seleccionado.

2.5.2.1. Univariado

Debido a las restricciones propias de la encuesta, que restringía de manera obligatoria la respuesta de cada pregunta realizada, no hay lugar a datos faltantes. La verificación de valores atípicos tampoco tiene lugar en esta investigación, dado que todas las variables en cuestión son del tipo nominal. Realizando una revisión lógica de los datos recolectados no se puede establecer ningún caso en el cual fuese posible registrar información incongruente.

Para utilizar solamente elementos de la muestra que fueran realmente útiles, se realizó una verificación de variación de las respuestas de cada elemento de la muestra, por medio del cálculo de la desviación estándar de su grupo de respuestas. De esta manera se pudo determinar que, de las 205 encuestas, 33 contaban con una desviación estándar por debajo de 0,3 lo que significa que dichas muestras no proporcionaban ningún tipo de aporte al análisis. Se decidió que se eliminarían dichos elementos, para evitar inconvenientes en etapas posteriores del análisis.

Con el objetivo de segmentar adecuadamente la muestra, se tomó la decisión de reestructurar la manera en la que fueron planteadas las variables moderadoras de edad y escolaridad, convirtiéndolas en una escala nominal donde la edad fue dividida en la categoría Joven a todos elementos en la muestra cuya edad fue menor a 30 años, y el resto fue catalogado como adulto. En el caso de la escolaridad, esto fue necesario, ya que las muestras recolectadas sin escolaridad o con educación primaria fueron solamente una en cada caso, haciendo que el análisis de estos segmentos sea imposible.

Tabla IV. **Características de la muestra posfiltrado**

Variable		Frecuencia	Porcentaje
Género	Masculino	102	59
	Femenino	70	41
Edad	Joven	129	75
	Adulto	43	25
Escolaridad	Media	85	49
	Superior	87	51
Experiencia	Sí	99	58
	No	73	42

Fuente: elaboración propia.

Se analizó la asimetría y curtosis de la muestra y los valores obtenidos fueron aceptables, ya que se encuentran cercanos a cero. Sin embargo, se pudo identificar que el género, escolaridad, experiencia y las variables B1 y B2 poseen valores de curtosis que podrían considerarse significantes, razón por la cual se decidió efectuar un test Kolmogorov-Smirnov (K-S) y Shapiro-Wilk (S-W), para concluir que, efectivamente, los datos de la muestra no se ajustan a una distribución normal, lo que se debe tener en consideración en todo momento, pero especialmente al identificar irregularidades con el modelo.

Tabla V. **Test Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk**

	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig	Estadístico	gl	Sig
Género	0,389	172	0,000	0,624	172	0,000
Escolaridad	0,344	172	0,000	0,638	172	0,000
Experiencia	0,380	172	0,000	0,628	172	0,000
B1	0,145	172	0,000	0,901	172	0,000
B2	0,168	172	0,000	0,886	172	0,000

Fuente: elaboración propia.

2.5.2.2. **Multivariado**

Se verificó la linealidad de las relaciones en el modelo mediante el cálculo de la regresión de estimación curvilínea para todas las relaciones del modelo, esto debido a que el modelo no cuenta con variables mediadoras y que todas sus relaciones van de una variable independiente a otra dependiente. Se determinó que todas las relaciones son suficientemente lineales para ser probadas, utilizando un modelado de ecuaciones estructurales basado en covarianza, como es el caso de AMOS.

Para verificar la multicolinealidad en el modelo, se realizó el cálculo de la regresión lineal entre las cuatro variables independientes (expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras), evaluando por turnos a cada una de ellas como variable dependiente. Los valores VIF del resultado fueron menores a 3,0, excepto cuando la influencia social fue evaluada como dependiente, donde el valor VIF para la expectativa de rendimiento fue de 3,366 lo que, aunque no óptimo, todavía se considera aceptable. De esta manera se puede concluir que todas las variables exógenas son distintas y que el modelo no posee inconvenientes de multicolinealidad.

2.5.3. Análisis de factores exploratorios

El siguiente paso en el análisis de datos corresponde al de factores exploratorios, conformado por la adecuación de datos y su correspondiente verificación de confiabilidad y validez.

2.5.3.1. Adecuación

El siguiente paso fue realizar un análisis factorial de las variables que conforman el modelo construido, realizando una extracción mediante el método de máxima verosimilitud; con el fin de determinar la varianza única entre los elementos y correlación entre factores. Se aplicó una rotación Promax, estableciendo 5 como un número fijo de factores a extraer. El resultado se muestra en la matriz de patrones representada en la tabla VII.

Para lograr la adecuada correlación y lograr alcanzar la confiabilidad y validez, se realizó un análisis KMO y Bartlett, con el fin de verificar que la adecuación de la muestra era significativa. Se confirmó que las comunalidades

para cada variable eran suficientemente altas, permitiendo solamente una variable (FC1), con comunalidad relativamente baja (0,352), pero aún dentro de los parámetros aceptables del análisis.

Al analizar los residuos entre las correlaciones observadas y las reproducidas se puede identificar que existe solamente 1 residuo (1,0 %), no redundante con valor absoluto mayor que 0,05, confirmando así la adecuación de las variables y del modelo de 5 factores propuesto.

2.5.3.2. Confiabilidad

Se construyó una tabla con el cálculo de Alfas de Cronbach para los factores extraídos. Todos los resultados demostraron un valor mayor a 0,70, con excepción de las condiciones facilitadoras que mostraron un valor muy cercano al límite (0,684). Debido a la alta correlación de estos indicadores, todos los factores en el modelo pueden ser considerados como reflectivos, lo que significa que los elementos de un mismo factor están cercanamente relacionados.

Tabla VI. Alfa de Cronbach de cada factor del modelo

Factor	Alfa de Cronbach	Elementos
Expectativa de rendimiento	0,869	3
Expectativa de esfuerzo	0,901	2
Influencia social	0,886	2
Condiciones facilitadoras	0,684	2
Intención conductual	0,899	3

Fuente: elaboración propia.

2.5.3.3. Validez

Mediante un análisis factorial se pudo determinar que los factores poseen suficiente validez convergente, debido a que ninguna de sus cargas se encuentra cruzada, todas están por encima del mínimo recomendado (0,350) y ninguna posee un valor negativo. La matriz de correlación no muestra ninguna correlación superior a 0,700 y la ausencia de cargas cruzadas permiten afirmar que los factores poseen suficiente validez discriminante.

Tabla VII. **Matriz de patrón**

	Factor				
	1	2	3	4	5
PE2	1,040				
PE3	0,730				
PE1	0,591				
BI2		0,908			
BI1		0,858			
BI3		0,663			
SI2			1,040		
SI1			0,695		
EE2				0,920	
EE3				0,869	
FC2					1,021
FC1					0,421

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Matriz de correlaciones factorial**

Factor	1	2	3	4	5
1	1,000	0,689	0,465	0,632	0,117
2	0,689	1,000	0,663	0,629	0,228
3	0,465	0,663	1,000	0,394	0,113

Continuación de la tabla VIII.

4	0,632	0,629	0,394	1,000	0,423
5	0,177	0,228	0,113	0,423	1,000

Fuente: elaboración propia.

El modelo con 5 factores posee una varianza total explicada por encima de 70 % con los eigenvalores de los primeros tres factores por encima de 1,0; mientras que los otros dos se encuentran por encima de 0,6 y para los propósitos de esta investigación se considera aceptable.

2.5.4. Análisis de factores confirmatorios

A continuación el análisis confirmatorio de los datos y sus ajustes correspondientes.

2.5.4.1. Ajuste de modelo

Fue necesario remover las variables EE1 y EE4 debido a que presentaban cargas cruzadas. Se incluyó la variable FC1 a pesar de tener una carga relativamente baja, ya que de ser removida solamente permanecería una variable para dicho factor, además su valor está bastante cercano a 0.500 que es el límite aceptable. Se evaluaron los índices de modificación con el fin de verificar si el modelo podía ser mejorado y se pudo constatar mediante ellos que no existía ningún elemento con índice de modificación superior a 20, que fue el límite establecido al ejecutar dicho cálculo. La bondad del ajuste para el modelo construido se presenta en la tabla IX.

Tabla IX. **Bondad del ajuste**

Métrica	Valor observado	Valor recomendado
CMIN/GL	1,429	Entre 1 y 3
CFI	0,986	Mayor a 0,950
RMSEA	0,050	Menor a 0,060
PCLOSE	0,473	Mayor a 0,050
SRMR	0,034	Menor a 0,090

Fuente: elaboración propia.

2.5.4.2. Validez y confiabilidad

Se realizó el cálculo de la varianza media extraída (AVE), con el fin de verificar la validez convergente y se confirmó que sus valores se mantenían mayores al mínimo (0,50), como se muestra en la tabla X.

Luego se realizó un test para verificar la validez discriminante del modelo, donde se compararon las raíces cuadradas de los valores de AVE para todas las correlaciones entre factores. Todos demostraron tener una validez discriminante aceptable, debido a que sus valores diagonales fueron superiores que sus correlaciones.

También se hizo el cálculo de la fiabilidad compuesta (CR) para cada factor, la cual demostró ser superior al valor mínimo aceptable (0,70), excepto para las condiciones facilitadoras, variable que presentó una fiabilidad compuesta debajo de lo aceptable, aunque por muy poco. Dado que solamente existen dos elementos dentro de este factor y que su valor se encuentra muy cerca del valor aceptable, se procede a tomar como aceptable.

Tabla X. **Verificación de validez y confiabilidad**

	CR	AVE	EE	PE	BI	SI	FC
EE	0,903	0,823	0,907				
PE	0,875	0,700	0,675	0,837			
BI	0,902	0,754	0,629	0,738	0,868		
SI	0,887	0,797	0,442	0,517	0,733	0,893	
FC	0,691	0,529	0,568	0,318	0,341	0,237	0,728

Fuente: elaboración propia.

2.5.4.3. Sesgo de método común

Debido a que, tanto las variables dependientes como las independientes fueron recolectadas mediante un único método que consistió en encuestas, se realizó un test de sesgo de método común para determinar si algún sesgo de método estaba afectando los resultados del modelo. Para lograr esto se utilizó el método de factor latente no medido, comúnmente utilizado en estudios en los que se mide más de un factor común. Se agregó al modelo un factor latente común (CLF).

Al agregar el CLF se ha podido comprobar ninguno de los pesos de regresión fueron afectados significativamente, por lo que el CLF no ha sido incluido en el resto de cálculos y se concluye que no existe sesgo de método común.

2.5.4.4. Test de invarianza

Se realizó un test de invarianza para cada una de las variables moderadoras del modelo (género, edad, escolaridad y experiencia), evaluando individualmente cada grupo. Los resultados del test para el género demostraron

un ajuste adecuado. También se realizó el test de diferencias Chi cuadrado y dado que sus diferencias no son significantes (el valor de P es mayor a 0,05), se determinó que los grupos no son diferentes a nivel de modelo, comprobado así que el modelo cumple con el criterio de invarianza métrica para cada una de sus variables moderadoras.

Tabla XI. **Test de invarianza**

	CMIN/GL	CFI	Test de diferencias Chi-cuadrado	Invariante
Género	1,377	0,975	0,422	Sí
Edad	1,505	0,967	0,651	Sí
Escolaridad	1,375	0,977	0,334	Sí
Experiencia	1,525	0,964	0,720	Sí

Fuente: elaboración propia.

2.5.5. Modelo estructural

Se creó un modelo de ecuaciones estructurales (SEM) híbrido en SPSS AMOS 23 sin tomar en cuenta el factor latente común. Se agregaron las condiciones de interacción, según la teoría seleccionada (UTAUT).

2.5.5.1. Ajuste del modelo

Para que el modelo tuviera un ajuste aceptable fue necesario agregar un conjunto de relaciones entre los factores de entrada. Se agregó la relación de la expectativa de rendimiento con la expectativa de esfuerzo y la influencia social. También fue requerido asociar la expectativa de esfuerzo con las condiciones facilitadoras. Finalmente se asoció la expectativa de esfuerzo con la influencia social. Estas relaciones fueron identificadas a través de los índices de

modificación obtenidos al evaluar el modelo previo a la adición de los mismos y fueron añadidos para lograr un ajuste adecuado, sin embargo, no se analiza su influencia, ya que no forman parte del propósito original del estudio. Los resultados finales para los valores de bondad de ajuste se indican en la tabla XII.

Tabla XII. **Bondad del ajuste para el modelo final**

Métrica	Valor observado	Recomendado
cmin/gl	1,624	Entre 1 y 3
CFI	0,979	Mayor a 0,950
RMSEA	0,060	Menor a 0,060
PCLOSE	0,234	Mayor a 0,050
SRMR	0,089	Menor a 0,090

Fuente: elaboración propia.

2.5.6. Verificación de hipótesis

Con el objetivo de realizar una revisión de las hipótesis de moderación categórica, se realizó el cálculo de los radios críticos para las diferencias en los pesos de regresión de los grupos. Con base en estos se calculó el valor P para determinar la significancia de las diferencias y así determinar si las variables moderadoras identificadas realmente moderaban el valor de los factores. El resultado se resume en la tabla XIII.

Finalmente, mediante el cálculo de pesos estimado generado para este modelo en el software SPSS Amos se obtuvo la tabla de pesos de regresión estandarizados, la cual indica el valor para cada ruta en el modelo. A través de la tabla de pesos de regresión sin estandarización se ha podido identificar, mediante el valor P cuáles rutas son significantes y cuáles no. El resultado

indica que solamente dos de las cuatro rutas definidas en el modelo UTAUT han podido ser confirmadas como significantes. Dichos datos han sido recopilados en la tabla XIV donde se muestran los valores estimados de los pesos sin estandarizar.

Tabla XIII. **Diferencias grupales en la moderación multigrupo**

	Género: masculino		Género: femenino		z-score
	Estimado	P	Estimado	P	
BI ← PE	0,630	0,000	-0,080	0,728	-2,76***
BI ← EE	0,033	0,730	0,663	0,014	2,21**
BI ← SI	0,362	0,000	0,512	0,000	1,057
BI ← FC	0,063	0,583	-0,119	0,507	-0,856
		Edad: joven		Edad: adulto	
	Estimado	P	Estimado	P	z-score
BI ← PE	0,405	0,000	0,530	0,087	0,382
BI ← EE	0,121	0,216	0,087	0,842	-0,077
BI ← SI	0,541	0,000	0,422	0,006	-0,682
BI ← FC	0,031	0,781	0,259	0,414	0,678
		Experiencia: sí		Experiencia: no	
	Estimado	P	Estimado	P	z-score
BI ← PE	0,516	0,000	0,370	0,036	-0,668
BI ← EE	0,201	0,130	0,063	0,704	-0,646
BI ← SI	0,374	0,000	0,635	0,000	1,794*
BI ← FC	0,064	0,698	-0,015	0,920	-0,353

Fuente: elaboración propia.

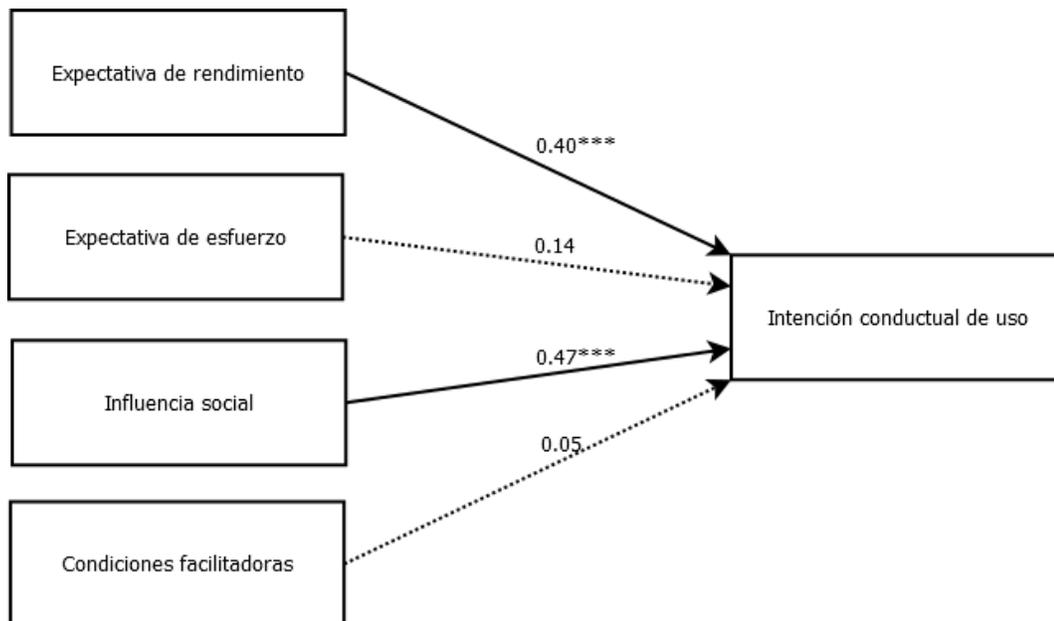
Tabla XIV. **Pesos de regresión sin estandarización**

	Estimado	S.E.	C.R.	P
BI ← PE	0,446	0,100	4,479	***
BI ← EE	0,144	0,101	1,423	0,155
BI ← SI	0,497	0,074	6,735	***
BI ← FC	0,065	0,113	0,570	0,568

Fuente: elaboración propia.

Para la hipótesis H1: la expectativa de rendimiento tiene un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphone*, y esta se ve moderada por el género y la edad de la persona. Se puede confirmar que, efectivamente, la expectativa de rendimiento tiene un efecto positivo en la intención conductual de uso, esto indicado por el peso calculado para esa relación en el modelo (0,40) y su confirmada significancia. Los efectos moderadores del género pudieron ser confirmados, como se ve en la tabla XIII. Para el género masculino tiende a haber una moderación positiva significativa, mientras que, para el femenino esta moderación es negativa y en un valor muy pequeño. La edad no demostró tener significancia en la moderación de este factor.

Figura 11. **Modelo de investigación con pesos de regresión estandarizados**



Fuente: elaboración propia, empleando el programa DIA.

Para la hipótesis H2: la expectativa de esfuerzo tiene un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphones* y esta se ve moderada por el género, la edad y la experiencia de la persona. El estudio mostró que la significancia que tiene este factor sobre la intención conductual de uso, a pesar de ser positivo, no es significativa. Esto se puede concluir fácilmente verificando el peso de la ruta (0,14) y el valor P (0,155 no significativo) de los pesos de regresión sin estandarización. Se detectó que la relación positiva entre la expectativa de esfuerzo y la intención conductual de uso es varias veces mayor para el género femenino (0,663), respecto al género masculino (0,033).

En la verificación de la hipótesis H3: la influencia social tiene un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphone* y esta se ve moderada por el género, la edad y la experiencia de la persona. Mediante este modelo se demostró que la influencia social aporta positivamente un peso significativo a la intención conductual de uso mediante su peso de ruta (0,47) y su valor P significativo. Se comprobó que la experiencia como variable moderadora es significativa, mediante el valor P del cálculo de su peso de regresión y se puede concluir que, para una persona sin experiencia, el efecto que produce la influencia social es básicamente el doble de lo que sería para una persona con experiencia.

Para la hipótesis H4: las condiciones facilitadoras tienen un efecto positivo en la intención de uso del NLP como medio de interacción con los *smartphones* y esta se ve moderada por la edad y la experiencia de la persona. Se puede concluir que, a pesar de tener un efecto positivo (0,05), este no es significativo (valor P 0,568 no significativo). La edad y la experiencia no demostraron un papel de moderación significativa mediante sus diferencias grupales.

Con base en los resultados obtenidos, se puede afirmar que la aceptación de uso del procesamiento del lenguaje natural para la interacción con dispositivos móviles puede ser mejorada aún más y efectivamente, si los esfuerzos se enfocan, principalmente, en demostrar al usuario como esta tecnología le permite expandir sus capacidades. En este aspecto se debe considerar, especialmente, al género masculino; quien ha demostrado responder considerablemente mejor a este tipo de estímulos. El género femenino no presentará un incremento significativo en su intención de uso respecto a este factor, por lo que no se considera factible realizar algún esfuerzo enfocado en este sector del mercado objetivo.

Tabla XV. **Resumen de resultados**

Factor	Resultado
Mejora de capacidades	Muy influyente. Con mayor influencia en el género masculino.
Facilidad de uso	No muy influyente. Con mayor influencia en el género femenino.
Socialización	Bastante influyente. Con mayor influencia en los usuarios sin experiencia con la tecnología.
Soporte técnico	No muy influyente. Sin ninguna tendencia particular.

Fuente: elaboración propia.

La segunda tarea de importancia a considerar es la socialización de la aplicación. Se debe aprovechar la influencia de los adoptadores tempranos e innovadores para intentar llegar al resto del mercado. Para este fin se puede utilizar la popularidad de las redes sociales, ya que facilitan la difusión de la imagen de la aplicación y es un elemento muy común en los *smartphones*. Se identificó que los usuarios sin experiencia en el uso de esta tecnología

mostrarán mejores resultados ante esta estrategia, comparado a los usuarios experimentados.

El grado de facilidad de uso de la aplicación es un factor que, aunque en menor medida, sí influye en la aceptación del uso de esta tecnología y su éxito sobresale enormemente en el género femenino. Sin embargo, los datos de este estudio identificaron que la influencia de este factor sobre la aceptación de uso de la tecnología son considerablemente bajos, tanto que podría llegar a ser insignificante.

Finalmente, la confianza que desarrolla el usuario en el sistema y en el servicio al cliente o soporte técnico, fue el factor con menor influencia en la intención de uso de la tecnología y que tampoco se considera significativa. Tampoco se detectó ninguna tendencia en cuanto a género, edad o experiencia en el uso.

CONCLUSIONES

1. Gracias al cálculo y construcción del modelo de ecuaciones estructuradas (SEM) y su aplicación al modelo unificado de la aceptación y uso de la tecnología (UTAUT) se ha podido evidenciar que existen factores importantes involucrados en la aceptación de uso del procesamiento del lenguaje natural para la interacción con *smartphones*. Para este estudio se evidenció la relación de la intención de uso con la expectativa de rendimiento, expectativa de esfuerzo, influencia social y condiciones facilitadoras.
2. Se pudo comprobar que, el género, edad y experiencia juegan el rol de variables moderadoras para los factores del SEM construido en esta investigación. Estas variables presentan su comportamiento tal como lo define la UTAUT; sin embargo, en este estudio solamente se ha podido evidenciar una parte limitada de esta moderación.

RECOMENDACIONES

1. Al realizar un modelado de ecuaciones estructuradas es importante tomar en cuenta que, tanto en la creación como en el ajuste del modelo, es posible que sea necesario remover parte de las variables medidas mediante la recolección de datos. Por tal razón, es necesario contar con 3 o 4 indicadores por factor involucrado, a manera de que en el modelo queden entre 3 y 2 variables por factor al construir el modelo final.
2. Debido a que no pudo encontrarse un antecedente directo para esta investigación, se decidió evaluar el modelo UTAUT básico. Para investigaciones futuras directamente relacionadas con este tema sería útil evaluar otros factores que puedan influenciar la intención de uso de esta tecnología, como el tipo de aplicación donde se utilice la tecnología, la credibilidad y la obligatoriedad si existiera.

BIBLIOGRAFÍA

1. GASKIN, James. StatWiki. *Guidelines*. [En línea] 2012. [Citado el: 5 de julio de 2016.] <http://statwiki.kolobkcreations.com>.
2. *The moderating effect of Technology Awareness on the Relationship between UTAUT Constructs and Behavioural Intentions to Use Technology: A conceptual paper*. ABUBAKAR, Faruq. Australia : s.n., 2013, Australian Journal of Business and Management Research, pág. 23 p.
3. AJZEN, Icek. From intentions to actions: A theory of Planned Behavior. [aut. libro] Julius Kuhl y Jürgens Beckmann. *Action control: From cognition to behavior*. Berlin : s.n., 1985, págs. 11-39.
4. ALLEN, Jonathan, Hunnicutt, M. Sharon y Klatt, Dennis. From Text to Speech: The MITalk system. *Cambridge University Press*. 1987, pág. 216.
5. MANARIS, Bill. *Natural language processing: A Human-Computer interaction perspective*. Lafayette, Louisiana : s.n., 1996. pág. 66.
6. MARKOWITZ, J. A. *Using speech recognition*. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall PTR, 1996. Vol. 47.
7. BANDURA, Albert. Social Cognitive Theory of Mass Communication. [aut. libro] Media effects: advances in theory and research. *Media*

effects: Advances in theory and research 2th edition. New York : Routledge, 2002, págs. 121-153.

8. *Rising sun: iMode and the wireless Internet.* BARNES, Stuart J. y Huff, Sid L. 11, New York, EE.UU. : s.n., noviembre de 2003, Communications of the ACM - Blueprint for the future of high-performance networking, Volumen 46, Vol. 46, págs. 78-84.
9. *Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions.* CHUTTUR, Mohammad. Indiana, EE.UU. : s.n., 9 de septiembre de 2009, Sprouts. Working papers on information systems, pág. 21.
10. CORONADO, Eddy. Prensa Libre. *Revolución en smartphones.* [En línea] 09 de noviembre de 2014. [Citado el: 11 de junio de 2016.] <http://www.prensalibre.com/tecnologia/Tecnologia-revolucion-en-smartphones-banda-4G-0-1245475441>.
11. DAVIS, Fred. *A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: theory and results.* Cambridge, MA. : s.n., 1985. pág. 291.
12. DE ANGELI, Antonella y Petrelli, Daniela. *Bridging the gap between NLP and HCI: a new synergy in the name of the user.* Países Bajos : The Hague, 2000. pág. 7.
13. DRUCKER, Peter. *The practice of management.* New York : Harper & Row, 1954. pág. 404.

14. GHAZIZADEH, Sarah. *Acceptance Theory on Mobile Services and Applications*. Vaasan Ammattikorkeakoulu University of Applied Sciences. 2012.
15. *Relationship of age and seniority with career variables of Engineers and Scientists*. HALL, Douglas y Mansfield, Roger. 1995, Journal of Applied Psychology, págs. 201-210.
16. HERNÁNDEZ, Manuel. Prensa Libre. *Población supera los 17.1 millones*. [En línea] 06 de 01 de 2016. [Citado el: 11 de 06 de 2016.]
<http://www.prensalibre.com/guatemala/comunitario/poblacion-supera-los-171-millones>.
17. KAMANARIS, Schneider, Anne y Schlogl, Stephan. *Do HCI and NLP interact?* Dublin, Irlanda : s.n., 2009.
18. *El procesamiento del lenguaje natural aplicado al análisis de contenido de los documentos*. LEIVA, Isidoro Gil y Rodríguez, José Vicente. 3, Madrid : s.n., 30 de 9 de 1996, Revista General de Información y Documentación, Vol. 19, págs. 273-291.
19. MEI, Shuo, Hu, Xin y Zeng, Zili. *Factors affecting a Mobile Application's Acceptance. An empirical study of user acceptance of WeChat in China*. Jönköping, China : s.n., 2013. pág. 59.
20. MINTON, H.L. y Schneider, F.W. *Differential psychology. Prospect Heights*. s.l. : IL: Wave-land Press, 1980.

21. *Age differences in Technology adoption decisions: Implications for a changing workforce.* MORRIS, M.G y Venkatesh, V. 2000, *Personnel Psychology*, págs. 375-403.
22. *Toward an affect-sensitive multimodal human-computer interaction.* PANTIC, Maja y Rothkrantz, Leon JM. [ed.] IEEE. 9, Países Bajos : s.n., 2003, *Proceedings of the IEEE*, Vol. 91, pág. 21.
23. POPESCU, Ana-Maria, Etzioni, Oren y Kautz, Henry. *Towards a Theory of Natural Language Interfaces to Databases.* Miami, Florida USA : s.n., 2003. pág. 9.
24. RABINER, Lawrence R y Schafer, Ronald W. *Introduction to Digital Speech Processing.* Rutgers University and University of California. Santa Barbara, EE.UU, : s.n., 2007. pág. 194.
25. RAMÍREZ, Guillermo Isaí. Prensa Libre. *Empresas no podrían progresar sin Smartphones.* [En línea] 07 de junio de 2016. [Citado el: 11 de junio de 2016.] <http://www.prensalibre.com/economia/empresasportatiles>.
26. ROGERS, Everett M. *Diffusion of innovations.* 3. New York : The Free Press, 2003. pág. 453.
27. SHROBE, Howard E. y Kaufmann, Morgan. *Exploring Artificial Intelligence: Survey Talks from the National Conferences on Artificial Intelligence.* s.l. : Morgan Kaufmann Publishers, Inc., 2014. pág. 708.

28. *A theoretical extension of the Technology Acceptance Model: Four longitudinal field studies.* VENKATESH, V y Davis, F.D. 2, College Park, Maryland : Management Science, 2000, Management Science, Vol. 46, pág. 18.
29. *User acceptance of Information Technology: Toward a Unified View.* VENKATESH, V., y otros. College Park, Maryland : MIS Quarterly, 2003, MIS Quarterly, vol 27, No. 3, pág. 53.
30. *Why don't men ever stop to ask for directions? Gender social influence, and their role in technology acceptance and usage behaviors.* VENKATESH, Viswanath y Morris, Michael G. 1, College Park, Maryland : MIS Quarterly, marzo de 2000, Vol. 24, pág. 25.
31. WILCKE, Xander. *An overview on NLP in spoken HCI.* Vrije Universiteit. Amsterdam, Holanda : s.n., 2010. pág. 16.
32. *Exploring mobile user acceptance based on UTAUT and contextual offering.* ZHOU, Tao. Hangzhou, China : International Symposium, 3 de agosto de 2008.

ANEXOS

Elementos utilizados en la estimación del modelo

Performance expectancy

- U6: I would find the system useful in my job.
- RA1: Using the system enables me to accomplish tasks more quickly.
- RA5: Using the system increases my productivity.
- OE7: If I use the system, I will increase my chances of getting a raise.

Effort expectancy

- EOU3: My interaction with the system would be clear and understandable.
- EOU5: It would be easy for me to become skillful at using the system.
- EOU6: I would find the system easy to use.
- EU4: Learning to operate the system is easy for me.

Attitude toward using technology

- A1: Using the system is a bad/good idea.
- AF1: The system makes work more interesting.
- AF2: Working with the system is fun.
- Affect1: I like working with the system.

Social influence

- SN1: People who influence my behavior think that I should use the system.
- SN2: People who are important to me think that I should use the system.
- SF2: The senior management of this business has been helpful in the use of the system.
- SF4: In general, the organization has supported the use of the system.

Facilitating conditions

- PBC2: I have the resources necessary to use the system.
- PBC3: I have the knowledge necessary to use the system.
- PBC5: The system is not compatible with other systems I use.
- FC3: A specific person (or group) is available for assistance with system difficulties.

Fuente: VENKATESH, Viswanath. *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. p. 460.

Elementos utilizados en la estimación del modelo (Continuación)

Self-efficacy

I could complete a job or task using the system...

SE1: If there was no one around to tell me what to do as I go.

SE4: If I could call someone for help if I got stuck.

SE6: If I had a lot of time to complete the job for which the software was provided.

SE7: If I had just the built-in help facility for assistance.

Anxiety

ANX1: I feel apprehensive about using the system.

ANX2: It scares me to think that I could lose a lot of information using the system by hitting the wrong key.

ANX3: I hesitate to use the system for fear of making mistakes I cannot correct.

ANX4: The system is somewhat intimidating to me.

Behavioral intention to use the system

BI1: I intend to use the system in the next <n> months.

BI2: I predict I would use the system in the next <n> months.

BI3: I plan to use the system in the next <n> months.

Fuente: VENKATESH, Viswanath. *User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View*. p. 460.