



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Contaduría y Administración
División Posgrado

Maestría en
Gestión de la Tecnológica

Tesis:

“Transferencia Tecnológica a Hospitales de un Módulo de Reconocimiento de Voz
Desarrollado para Sistema Hospitalario Bajo el Esquema de Triple Hélice: Caso CMR.”

L.I. Hiliana Carolina Torres Torres

Director de Tesis

M.C. Luis Rodrigo Valencia Pérez

Santiago de Querétaro, Qro., México.

A Septiembre 2013



Universidad Autónoma de Querétaro
 Facultad de Contaduría y Administración
 División de Posgrado e Investigación

**“Transferencia Tecnológica a Hospitales de un Módulo de Reconocimiento de Voz
 Desarrollado para Sistema Hospitalario Bajo el Esquema de Triple Hélice: Caso
 CMR.”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el grado de
 Maestro en Gestión de la Tecnológica

Presenta:

L.I. Hiliana Carolina Torres Torres

Dirigido por:

M.C. Luis Rodrigo Valencia Pérez

SINODALES


M.C. Luis Rodrigo Valencia Pérez
 Presidente

M.A. y M.I. Juan Manuel Peña Aguilar
 Secretario

Dr. Alberto de Jesús Pastrana Palma
 Vocal

MC. Alberto Lamadrid Álvarez
 Suplente

MA. Ma. Sandra Hernández López
 Suplente


 Dr. Arturo Castañeda Galde
 Director de la Facultad de Contaduría y
 Administración


 Firma


 Firma


 Firma


 Firma


 Firma


 Dr. Irineo Torres Pacheco
 Director de Investigación y
 Posgrado

Centro Universitario
 Santiago de Querétaro, Qro., México
 Septiembre/2013

RESUMEN

Los Sistemas de Información Hospitalarios, HIS por sus siglas en inglés, día a día evolucionan con la finalidad de brindar mejor servicio a los pacientes y a la comunidad en general, ofreciendo información y estadísticas con valor que pueden ayudar a la prevención de enfermedades en las regiones. El problema concurrente en los HIS es la mala interacción que estos tiene con los usuarios, como doctores y enfermeras; y cuando estos están manipulando al paciente o alguna herramienta deben forzosamente acceder a información propia del evento y del caso. Una de las alternativas para optimizar estos procesos es el reconocimiento de voz de los médicos o enfermeras, y cuando estén en situaciones críticas o en procesos de su labor el sistema sea lo suficientemente poderoso para entablar una comunicación rápida y efectiva. Así con órdenes claras de un usuario permitido, al sistema acceder a los diferentes módulos y obtener información, desplegándola en las pantallas, creando e imprimiendo reportes o imágenes que sean requeridas en el momento, o bien mandando instrucciones a otros sistemas conectados a la red hospitalaria. En el sector de salud pública donde existe gran demanda en el servicio, la rapidez, oportunidad, velocidad y efectividad son vitales para poder salvar vidas y ofrecer un servicio de calidad. Esta tesis propone la creación, gestión y transferencia de la tecnología propia para el reconocimiento de voz dentro de un sistema ya probado e instalado en varios hospitales de México por la empresa Compañía Mexicana de Radiología, S.A. de C.V. y que como resultado en versión “beta” al momento, permitirá validar la usabilidad y funcionalidad del sistema para mejorar el HIS-CMR, arrojando con su desempeño ventajas significativas sobre la competencia y un incremento en los servicios de salud en las regiones de México y en los mercados en donde está instalado y se instalará. La salud de las regiones Latino Americanas es precaria y demanda con urgencia mejores procesos de salud en todos los aspectos; los sistemas de reconocimiento de voz vendrán a revolucionar la interacción hombre máquina detonando la posibilidad de dar un mejor futuro a nuestra gente.

Palabras clave: Reconocimiento de voz, HIS, Triple Hélice, Transferencia Tecnológica

SUMMARY

Hospital Information systems, HIS, are constantly evolving with the purpose of offering patients and the community in general better service, providing valuable information and statistics that help in the prevention of illness in the different regions. The current problem with the HIS is the poor interaction they have with users, such as doctors and nurses. When the latter are treating a patient or using a tool they must access the correct information for the event and the case. One of the alternatives for optimizing these systems is the voice recognition of doctors and nurses so that when they are confronted with critical situations or procedures, the system will be powerful enough to establish rapid and effective communication. Thus, with clear orders from an authorized user, the system can access different modules and obtain information which is displayed on screens, creating and printing reports or images as they are needed at the moment or sending instructions to other systems connected to the hospital network. In the public health sector where there is a great demand for service, celerity, opportuneness, speed and effectiveness are vital for saving lives and offering quality service. This study proposes the creation, management and transference of technology with voice recognition within a system already tested and installed in various hospitals in Mexico by the company Compañía Mexicana de Radiología, S.A. de C.V. (CMR, from its initial in Spanish) in the “beta” version at the moment. This would make possible the validation of the possible use and functionality of the system in order to improve the HIS-CMR, providing significant advantages over the competition and an increase in health services in the regions of Mexico and the markets where it is installed or will be installed. Health in Latin America is precarious and urgently demands better health processes in all aspects. Voice recognition systems will revolutionize the man-machine interaction, making it possible to provide a better future for our people.

(key words: Voice recognition, HIS, triple helix, technological transference)

DEDICATORIAS

La presente Tesis se la dedico a toda la familia Torres, pero muy especialmente a Rita Torres y Salvador Torres, mis queridos padres ya que me han brindando todo su amor y dedicacion desde toda la vida siendo ellos la motivacion, el entusiasmo para seguir por el buen camino.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar un profundo agradecimiento a mis padres Rita Torres y Salvador Torres pues desde que era pequeña me han impulsado a seguir adelante siempre apoyándome, siempre con una sonrisa, sin importar si son mis victorias o mis derrotas y compartiendo conmigo los mejores y peores momentos. A mis hermanos que siempre con su sonrisa, calidez y amabilidad hacen más placentera mi vida.

Es importante reconocer y agradecer al Maestro Luis Rodrigo Valencia por todas sus atenciones, consejos, regaños por ser un gran amigo al igual que los Maestros Juan Manuel Peña, Alberto Pastrana y Alberto Lamadrid.

También Agradezco a la Compañía Mexicana de Radiología por su confianza, y por haberme permitido realizar el presente trabajo, sin embargo agradezco en especial al Ingeniero Felipe Cuaranta por sus consejos, sus chistes, su bromas.

Agradezco al CONACYT pues sin su apoyo esto no sería posible.

Por ultimo me gustaría agradecer a todos mis amigos y compañeros que a lo largo de la vida nos hemos encontrado y hemos cruzado nuestros caminos algunos para bien y otros nos han dejado sus enseñanzas y sus recuerdos.

INDICE

RESUMEN	III
SUMMARY	IV
DEDICATORIAS	V
AGRADECIMIENTOS	VI
1. TERMINOLOGIA	15
2 MARCO METODOLÓGICO	20
2.1. Resumen	20
2.2. Planteamiento del problema	20
2.2. Objetivos.....	23
2.2.1. Objetivo general:	23
2.2.2. Objetivos particulares:.....	23
2.3. Metodología:.....	24
3. ESQUEMAS DE VINCULACIÓN EN MEXICO: LA TRIPLE HELICE	32
3.1. Resumen	32
3.2. La Triple Hélice.....	32
3.3. México y la Triple Hélice.....	36
3.4. Estrategia de la Triple Hélice	41
4. TRIPLE HELICE y La UAQ	45
4.1. Introducción.....	45

4.2.	La triple Hélice y la UAQ.....	47
5.	RECONOCIMIENTO DE VOZ.....	54
5.1.	Resumen	54
5.2.	Reconocimiento de Voz.....	54
5.2.1.	Factores a considerar en el reconocimiento de voz:.....	56
5.3.	Antecedentes históricos	60
5.4.	Modelos Ocultos de Markov	62
5.4.1.	Definición.....	63
5.4.2.	Origen de los MOM	63
5.4.3.	Utilidad de los MOM	64
5.4.4.	Un MOM consiste formalmente de los siguientes elementos:	70
6.	SISTEMAS DE INFORMACION HOSPITALARIOS Y EL RECONOCIMIENTO DE VOZ.....	73
6.1.	Resumen	73
6.2.	Introducción.....	73
6.3.	Aplicación del reconocimiento de voz en el ramo medico.....	76
6.3.1.	Dragón Medical:.....	76
6.3.2.	Gestión Medica:	79
6.3.3.	M-Modal.....	80
7.	COMPAÑIA MEXICANA DE RADIOLOGIA “CMR”	82

7.1.	Misión.....	82
7.2.	Visión	82
7.3.	Plan estratégico de tecnología	83
7.3.1.	Las líneas de investigación y desarrollo en las que CMR participa son:	83
7.3.2.	Recursos humanos.....	84
7.3.3.	Instalaciones y equipamiento	84
7.4.	Modelo de Gestión Tecnológica.....	84
7.4.1.	Vinculación institucional.....	84
8.	PROYECTO: “Transferencia tecnológica a hospitales de un módulo de reconocimiento de voz desarrollado para Sistema de Información Hospitalario bajo el esquema de triple Hélice. Caso CMR”	86
8.1.	Resumen:	86
8.2.	Planteamiento del problema	86
8.3.	Etapas del proyecto.....	87
8.4.	Descripción del módulo de Reconocimiento de voz:	91
8.5.	Reconocimiento de voz de Windows	96
9.	TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA	101
10.	RESULTADOS OBTENIDOS	106
11.	CONCLUSIONES	113
	REFERENCIAS.....	115

INDICE DE FIGURAS

Figuras	Página
2.1: Búsqueda por reconocimiento de voz Google. Fuente: Google.com	21
2.2: La Triple Hélice: Marco Metodológico Fuente Elaboración propia.....	28
2.3 Etapas a considerar en los proyectos con salida comercial.....	29
2.4: Espacios Requeridos cuando se trabaja en el esquema de la triple hélice.....	30
3.1 El estado abarca la industria y la academias	33
3.2: Triple Hélice: Modelo “La Ssez-Faire”	34
3.3: Triple Hélice: Redes Tri-Laterales y u organizacionales híbridas.....	35
3.4: Elementos de un equipo de innovación.	39
4.1 Diferencia entre Administración y Gestión Fuente: Cosmología empresarial	46
5.1: Factores a considerar en el reconocimiento de voz. Fuente: elaboración propia....	57
8.1: Triple Hélice: CMR, CONACYT, UAQ	87
8.2 Etapas del Proyecto Fuente: Adaptación a la metodología.....	88
8.3: Elementos del Módulo de Reconocimiento de voz fuente: elaboración propia	93

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustraciones	Página
4.1: Laboratorio en Gestión Tecnológica e Innovación.....	51
5.1: Ejemplo MOM 1.....	65
5.2: Ejemplo MOM.....	66
5.3: Ejemplo MOM.....	67
5.4: Ejemplo MOM.....	67
5.5: Arquitectura del grafo del modelo de cajas y esferas.....	70
6.1: Sistema de Información Hospitalaria Fuente: catalogo CMR.....	74
6.2: Dragon Medical Fuente DragonMeicall.com.....	78
6.3: Logotipo Dragon Medical Fuente DragonMeicall.com.....	80
6.4: Propaganda M-modal Fuente: M-Modal.....	81
7.1: CMR. Fuente: Página oficial CMR.....	82
7.2: Cubículos de trabajo y laboratorios de pruebas en CMR.....	85
8.1: Menú Modulo de Reconocimiento de voz.....	92
8.2: Modulo de Reconocimiento de Voz: Reconocimiento del comando Despertar.....	93
8.3: Modulo de Reconocimiento de Voz: Indicador de Reconocimiento.....	94
8.4: Modulo de Reconocimiento de Voz: Indicador:.....	94
8.5: Modulo de Reconocimiento de voz: Indicador de Status.....	95
8.6: Reconocimiento de Voz de Windows: Configuración.....	97
8.7: Reconocimiento de Voz de Windows: Selección de Micrófono.....	98
8.8: Reconocimiento de Voz de Windows: Ajustando el Micrófono.....	99
8.9: Reconocimiento de Voz de Microsoft Windows: Control de estado.....	99

8.10: Reconocimiento de Voz de Windows: Entrenamiento.	100
9.1: Tecnología Microsoft de reconocimiento de voz	101
9.2: Acceso remoto a repositorios controlados por la casa fabricante.	104
9.3: Manejo de videos en Cloud Computing.	104
10.1: Reconocimiento de voz Comando “Despertar”	107
10.2 Reconocimiento de voz: Consola de prueba de reconocimiento de voz.....	108
10.3 : Reconocimiento de voz. Fuente: Captura del Sistema desarrollado para CMR	108
10.4: Reconocimiento de voz en reportes.	109
10.5: Reconocimiento de voz Ventana Importar léxico.....	110
10.6: Reconocimiento de voz Ventana Importar	111
10.7: Reconocimiento de voz: Léxico de reconocimiento.....	112

INDICE DE TABLAS

Tabla	Pagina
2.1: Espacios dentro del Modelo de la Triple Hélice, extraído de Etzkowitz (2002) ...	31
6.1: Ventajas Competitivas de Dragón Medical	79

CONSTANCIA



Querétaro, Santiago de Querétaro 21 Julio 2013

Clave del proyecto: 177893

Título del Proyecto:

Sistema de Información Hospitalaria y Expediente Clínico Electrónico para la gestión de servicios de salud.

Periodo de Ejecución: Septiembre 2011 a Abril 2013

Responsable Técnico del Proyecto: Felipe Cuaranta Monroy

Por la presente se deja constancia que la integrante de la Universidad Autónoma de Querétaro UAQ **Hiliana Carolina Torres Torres** participo en el proyecto "Sistema de Información Hospitalaria y Expediente Clínico Electrónico para la gestión de servicios de salud" en el módulo de reconocimiento y síntesis de voz, realizando las siguientes actividades:

- Investigación de mercado.
- Ingeniería de requerimientos
- Desarrollo de software.
- Evaluación de pruebas y documentación.

**Jefe del departamento
Desarrollo de Software.**

Nashelli Cuaranta Monroy
COMPAÑIA MEXICANA DE RADIOLOGIA
CGR, S.A. DE C.V. MRC-750717-CTB

Compañía Mexicana de Radiología CGR, S. A. de C. V.

Fracc. Industrial La Noria S/N, El Marqués, Qro. C.P. 76240

Tel. (442) 221-50-00, 221-50-96 Fax. (442) 221-51-04 E-mail: cmr3@prodigy.net.mx

1. TERMINOLOGIA

- *Administrar*: Proceso de trabajar con las personas y con los recursos para lograr las metas de la organización.
- *Análisis*: Exponer u ofrecer al público los géneros o mercancías para quien las quiera comprar.
- *Colaborar*: Trabajar con otra u otras personas en la realización de una obra, proyecto.
- *Complejidad*: Esta se da en base a la experiencia de la "labor", por ejemplo la complejidad de hacer una factura o una orden de trabajo las cuales se elaboran casi automáticamente no se puede comparar con elaborar un Estado de Resultados Financiero que incurre en un compendio de mucha información que aunque hoy en día existen herramientas computacionales llamadas "ERP" que contemplan esta "labor" su complejidad no deja de ser muy alta, otra forma de ponderar esta variable es preguntarse ¿Cuánto me tardo en la elaboración de este documento en minutos?.
- *Diccionario*: Libro en el que se recogen y explican de forma ordenada voces de una o más lenguas, de una ciencia o de una materia determinada. Para este documento Diccionario es un archivo que contiene todas las palabras que el sistema es capaz de reconocer, este se encuentra en formato “.txt”
- *Dictar*: Decir algo con las pausas necesarias o convenientes para que otra persona lo vaya escribiendo.
- *Conocimiento*: Cada una de las facultades sensoriales del hombre en la medida en que están activas.

- *Etapa*: Fase en el desarrollo de una acción u obra.
- *HIS*: Hospitalaria es un sistema integral de información el cual ha sido diseñado para gestionar, diversos aspectos de una organización de salud tales como lo son los financieros, clínicos y operativos
- *Información, flujos de*: documentos que se trabajan tanto internamente como externamente en las entidades endógenas y exógenas del sistema
- *Información*: Comunicación o adquisición de conocimientos que permiten ampliar o precisar los que se poseen sobre una materia determinada.
- *Innovación*: Introducción de nuevos productos. Cambio en la tecnología; alejamiento de las formas anteriores de hacer las cosas.
- *Investigación y desarrollo (I – D)*: Actividad dedicada a incrementar los conocimientos técnicos y científicos y a su aplicación al mejoramiento de los productos y procedimientos de elaboración existentes, así como a la creación de nuevos productos. Las grandes empresas modernas dedican importantes sumas a investigación y desarrollo pues eso les permite mantenerse a la vanguardia de mercados altamente competidos.
- *Modelo*: Esquema teórico, generalmente en forma matemática, de un sistema o de una realidad compleja, como la evolución económica de un país, que se elabora para facilitar su comprensión y el estudio de su comportamiento.
- *MOM*: son autómatas abstractos de estados finitos que permiten modelar procesos estocásticos, donde la ocurrencia de los estados está asociada con una distribución de probabilidad y donde las transiciones entre los estados están gobernadas por un conjunto de probabilidades llamadas probabilidades de transición de estados.

- *Obvio*: Que se encuentra o pone delante de los ojos. Muy claro o que no tiene dificultad.
- *Oculto*: Escondido, ignorado, que no se da a conocer ni se deja ver ni sentir.
- *Opción*: Libertad o facultad de elegir.
- *Operación*: Conjunto de reglas que permiten, partiendo de una o varias cantidades o expresiones, llamadas datos, obtener otras cantidades o expresiones llamadas resultados.
- *Optimización*: Logro del mejor equilibrio posible entre diversas metas.
- *Organización*: Sistema administrado que se diseña y opera para lograr un conjunto específico de objetivos.
- *PACS*: Es un sistema de almacenamiento y distribución de imagen. Esta definición corresponde a la traducción literal de sus siglas Picture Archiving and Communications System. Normalmente asociamos este sistema a Radiología, debido a que este servicio es el principal generador de imagen de un hospital y además el de mayor consumo.
- *Planeación estratégica*: Conjunto de procedimientos para la toma de decisiones con respecto a las metas y estrategias a largo plazo de las organizaciones.
- *Planificar*: Función administrativa de toma de decisiones en forma sistemática acerca de las metas y actividades que una persona, un grupo, una unidad de trabajo o toda la organización perseguirán en el futuro.
- *Probar*: Razón, argumento, instrumento u otro medio con que se pretende mostrar y hacer patente la verdad o falsedad de algo. Ensayo o experimento que se hace de algo, para saber cómo resultará en su forma definitiva

- *Reconocer*: Examinar con cuidado algo o a alguien para enterarse de su identidad, naturaleza y circunstancias.
- Reconocimiento de Voz: es el procedimiento por el cual se convierte una señal acústica, capturada por un micrófono, en un conjunto de símbolos de un diccionario dado Dichos símbolos están generalmente asociados con elementos semánticos de tipo palabra
- *Reporte*: Informe. Es un documento electrónico en el cual se redacta el estado de un paciente o los datos relevantes a un estudio que se le ha realizado
- *Sistema*: Conjunto de partes interdependientes que procesan y transforman los elementos de entrada en elementos de salida.
- *Spin-off*: son empresas formadas por los investigadores universitarios con base en tecnología que fue desarrollada y transferida desde la universidad
- *Tecnología*: Aplicación sistemática del conocimiento científico a un nuevo producto, proceso o servicio.
- *Transferencia tecnológica*: la transferencia tecnológica se entiende desde dos aspectos, una es la transferencia entre empresas, y la segunda la transferencia entre los agentes generadores de conocimiento (universidades) hacia las empresas. Es un proceso complejo realizado por la universidad, donde diversas actividades son llevadas a cabo, como el definir acuerdos que permitan beneficios mutuos para llegar a la comercialización, ya que existen diferencias culturales, en tiempo y objetivos entre ambos actores.

- Triple Hélice: El modelo de la triple hélice es un estudio entre el Estado la Universidad y la empresa, este modelo fue propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (1997).
- Voz Sonido que el aire expelido de los pulmones produce al salir de la laringe, haciendo que vibren las cuerdas vocales.

2 MARCO METODOLÓGICO

2.1. Resumen

En el presente capítulo se explica el planteamiento del problema así como los objetivos planteados para el desarrollo de este proyecto. Y La mitología que se utilizará en su desarrollo. Uno de los principales retos de las empresas mexicanas es mantenerse en la vanguardia tecnológica, para llegar a esto una de las herramientas que el gobierno mexicano ha puesto en marcha a través del CONACYT de los fondos para la ciencia y la tecnología, esto ha dado lugar a que las empresas y universidades comiencen a trabajar bajo el esquema de la triple hélice, como es el caso en particular de este proyecto. El objetivo principal de este proyecto es: Trabajar bajo el esquema de la triple hélice para lograr el desarrollo, implementación y transferencia tecnológica de un módulo de reconocimiento de voz, el cual sea totalmente compatible con un sistema de información hospitalario. Este módulo debe satisfacer las necesidades de los usuarios finales así como brindar al sistema hospitalario de una ventaja competitiva que lo ponga a la altura de los sistemas existentes en el mercado actualmente.

2.2.Planteamiento del problema

El uso de sistemas de reconocimiento de voz no es algo nuevo, desde hace ya algún tiempo se ha venido desarrollando este tipo de tecnología, sin embargo es en nuestra época donde apenas comienza un poco de lo que podríamos denominar su apogeo pues ya se puede observar un gran avance tecnológico el cual puede ser observado por citar algunos ejemplos: en celulares a los cuales les puedes dictar comandos y estos responden abriendo

o cerrando aplicaciones o simplemente dictar un mensaje para ser enviado a cierta persona, sin utilizar el teclado del celular (Windows phone), también es posible manipular un sistema operativo a través de comandos de voz (Windows7 en adelante), e incluso esta tecnología ha llegado a los navegadores de internet de tal forma que es posible realizar búsquedas en tiempo real (Google) como se puede observar en la Ilustración 1 o los GPS, por otro lado aplicaciones de dictado como Dragon Dictator cada vez se han convertido en herramientas más precisas en cuanto el reconocimiento de palabras, cada vez más personas se ven asociadas a esta tecnología, y cada vez los algoritmos que se realizan para hacer de estas aplicaciones cada vez más robustas y con mayor alto grado de precisión es más común.



Figura 2.1: Búsqueda por reconocimiento de voz Google. Fuente: Google.com

En el ámbito médico el uso de aplicaciones con reconocimiento de voz también cada vez se han vuelto más frecuentes e importante ya que le ayudan al médico a reducir el tiempo que estos invierten en la redacción o transcripción de un reporte específico, además de la manipulación del sistema de información médico que manejen.

Una de las preocupaciones de las empresas en la actualidad es encontrarse en la vanguardia tecnológica y ser poseer el mayor número de ventajas competitivas posibles, se puede observar una tendencia al ver cada día mayor número de aplicaciones con reconocimiento de voz, sin embargo los algoritmos que implementan no son tan eficientes para procesar las palabras como lo hace el ser humano. Aun así el uso de un sistema con reconocimiento de voz agiliza los procesos de operatividad de los sistemas de información hospitalario, reducen el tiempo invertido en actividades de escritura de reportes, manipulación del sistema entre otros que se vean más adelante.

Uno de los principales retos de las empresas mexicanas es financiamiento de nuevas tecnologías con carácter tecnológico, es decir para encontrarse en la vanguardia tecnología es preciso que acudan en la búsqueda de fondos para el financiamiento de estos proyectos, ya que por sí solas no cuentan con los recursos necesarios. Es por esto que, la empresa CMR ha buscado la colaboración con la universidad autónoma de Querétaro, para que a partir de ahí, y con ayuda del gobierno mexicano a través del CONACYT, se realicen proyectos de tipo tecnológico.

2.2.Objetivos

A continuación se describen los objetivos general, y específicos:

2.2.1. Objetivo general:

Trabajar bajo el esquema de la triple hélice para lograr el desarrollo, implementación y transferencia tecnológica de un módulo de reconocimiento de voz, el cual sea totalmente compatible con un sistema de información hospitalario. Este módulo debe satisfacer las necesidades de los usuarios finales así como brindar al sistema hospitalario de una ventaja competitiva que lo ponga a la altura de los sistemas existentes en el mercado actualmente.

2.2.2. Objetivos particulares:

- Desarrollo de un módulo de reconocimiento de voz completamente compatible con el sistema PAC´s de la compañía “CMR”.
- Implementación de comandos para fase 1 Esta fase incluye únicamente los reportes, la lista de pacientes y los visores.
- Desarrollo del manual de ayuda para el reconocedor de voz, para la lista de pacientes, visores y reportes.
- Pruebas del reconocimiento de voz primarias con los compañeros de trabajo.
- Pruebas del módulo de reconocimiento de voz con los usuarios finales en hospitales
- Análisis de la retroalimentación y realizar las mejoras pertinentes

2.3. Metodología:

Uno de los principales retos con los cuales se han encontrado los proyectos que se incorporan por primera vez al trabajo en equipo bajo el esquema de la triple hélice es precisamente el modelo de trabajo, el “cómo” es que esta espiral funcionara de manera adecuada de tal manera que se logren concretar los objetivos de cada una de las partes de la tripe Hélice (Universidad, Iniciativa Privada, y Gobierno), pero no solo los objetivos se tienen que tomar en cuenta, también el aporte de cada una de las entidades y como estas pueden generar conocimiento, trabajando en equipo, capacitando y vigilando indicadores de desempeño, con la finalidad de innovar, producir y gestionar más eficientemente, generando con esto un incremento en la productividad y eficiencia de cada una de las entidades propiciando una mejor calidad de vida para su entorno.

Es importante determinar y conceptualizar las tres entidades, Universidad, Iniciativa Privada y Gobierno.

Se nombra genéricamente *Universidades* a las entidades educativas de nivel técnico, superior, privadas o públicas y a centros de investigación que pueden pertenecer a estas universidades o al mismo gobierno. Las universidades son instituciones con un cúmulo de conocimientos respetables y confiables, siendo más precisos se puede decir que la función de la universidad es fundamentalmente ofrecer a las personas la posibilidad de desarrollo y convertirlas en integras a nivel personal y social.

Iniciativa Privada es toda aquella entidad de negocio (con o sin fines de lucro) inserto en la comunidad y que ofrece trabajo a los integrantes de la región.

Y el *Gobierno* es el sistema de entidades u organismos de servicio que gestiona los recursos públicos.

¿Cómo conseguir llegar de la investigación al producto? Sobre esta pregunta se basa el Modelo de la Triple Hélice de Etzkowitz y Leydesdorff (1997). A los dos actores anteriores (Universidad y Empresa privada) se les une un tercer actor: Los Gobiernos, convirtiéndose de forma metafórica en hélices del desarrollo económico.

Para ello cada hélice juega un papel significativo dentro del conjunto: Las Universidades como agentes investigadores y creativos, las Empresas encargadas en convertir esa investigación y creatividad en productos e innovación (mercado) y a los Gobiernos como medios financiadores de ese proceso.

Un ejemplo directo de estos modelos son las “SpinOff Universitarias”, donde los centros de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia España y el Laboratorio de Gestión Tecnológica e Innovación de la universidad Autónoma de Querétaro México por citar algunos son referencia de ello. De los grupos de investigación y alumnos, finalizando los estudios surgen numerosos proyectos de investigación innovadores, que gracias a los SpinOff y a las ayudas de Programas de los Gobiernos como “Innovapyme”, “Innovatec”, “Proinnova”, “ALFA III” y programas varios de CONACYT, no dudan en crear nuevas empresas para dar mercado a dichos proyectos.

Schumpeter (1954, 1942) y su concepción de la empresa como el locus de la innovación tecnológica, así como su uso del concepto de destrucción creativa para describir los cambios producidos por estas innovaciones. Da pie a utilizar el concepto que maneja

Ubalдина Díaz (2006) de “Aprender a desaprender”, así como Emmanuel Kent (2001) que sostiene que el conocimiento se genera a través de la experiencia, “celebra la disciplina, el sistemático cultivo de la voluntad a través de la disciplina. Desoye las voces del instinto, de la conciencia curiosa por temor a la debilidad de carácter a la que conduce una vida anclada en los caprichos. La pregunta es: ¿Cómo avanzar en el proyecto de la humanidad si se socava de aquella manera, los espacios para el despliegue de sus facultades? ¿Es que la conciencia moral, ha de ser el límite de la reflexión? ¿Es que el cómo ha de frenar la posibilidad de avanzar en el conocimiento? ¿Es que los modos de ser se pueden calcar todo el tiempo?”, como dijera Jiddu Krishnamurt, una taza (la mente) sólo tiene sentido cuando está vacía.

Con base a este pensamiento, algunas de las lecciones fundamentales que se han extraído de las principales experiencias en materia de competitividad son:

- 1) La necesidad de hacer procesos de planificación estratégica participativa (“de abajo hacia arriba”);
- 2) La necesidad de que este proceso sea fruto del consenso entre el sector público y el privado, donde el sector privado es el motor principal y el sector público es el socio estratégico que fomenta las reformas en el clima de negocios, y
- 3) La demanda, y no la oferta, es la que sirve para impulsar los proyectos y dar sustentabilidad a los programas.

Por tanto la mejor manera de interactuar entre las tres partes es buscando sus convergencias en donde las tres salgan ganando, es importante resaltar que es responsabilidad de todas las entidades que se dé esto, no es de una sola o de dos. Así la

universidad deben salir a buscar oportunidades de negocio, la empresa debe participar activamente en la transferencia de habilidades y conocimiento, y el gobierno debe informar proactivamente de apoyos y asegurarse que estos lleguen a las diferentes entidades tanto empresariales como académicas garantizando trámites fáciles y sencillos.

Parte primordial en la transferencia del conocimiento y en la interacción entre todos los actores es visualizar que el objetivo es la satisfacción del usuario final (personas, regiones, entidades, etc.), y que uno de los beneficios más importantes en la generación de conocimiento es poder contribuir con patentes que den ganancias considerables a estos usuarios finales, visto todo ello como entidades (bien común de la región). Es entonces de vital importancia que la entidad gobierno tenga estrategias que contengan el respeto al derecho de autor, la interacción de entidades mediante contratos y convenios, así como de contratos de confidencialidad entre todos los miembros de las diferentes comunidades, generando una ambiente propicios para la creación de patentes.

El siguiente caso de estudio es el resultado de un trabajo conjunto bajo el esquema de la triple hélice donde sus actores son: La hélice de la iniciativa privada en este caso es una empresa Queretana que se dedica al desarrollo de Aparatos de Rayos X así como de sistemas PAC's es decir: La compañía Mexicana de Radiología, Por la parte de la Universidad, Se encuentra el Laboratorio en gestión de tecnología ubicado en la facultad de contaduría y administración de la Universidad autónoma de Querétaro, y por Ultimo el gobierno: el cual es participe a través de Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

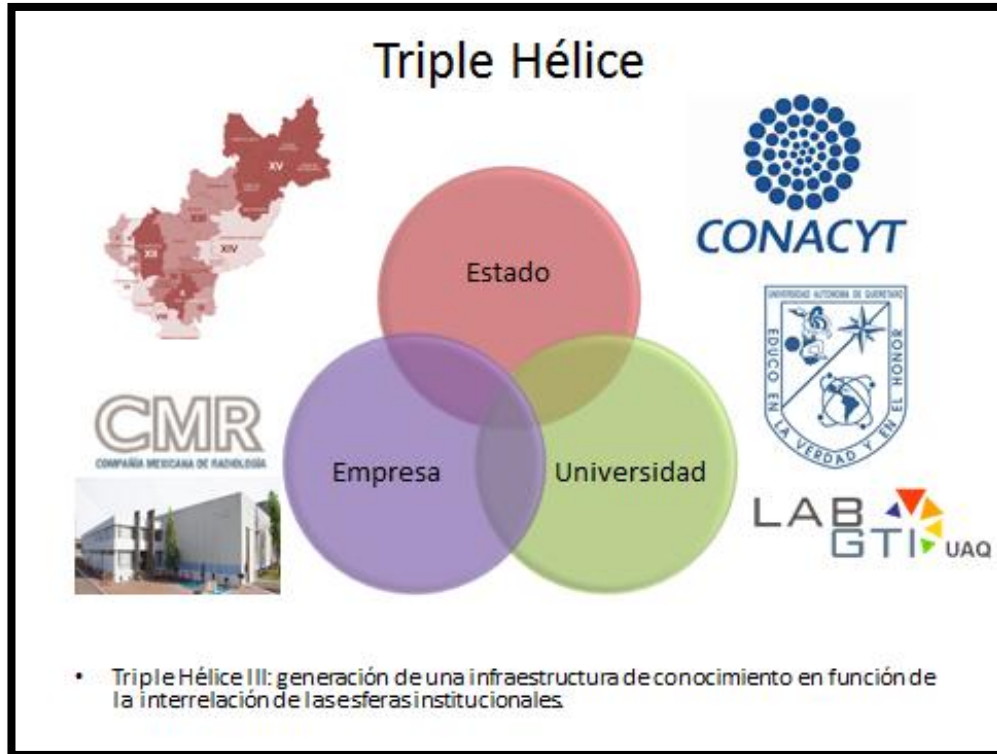


Figura 2.2: La Triple Hélice: Marco Metodológico Fuente Elaboración propia

El laboratorio en Gestión de Tecnologías e Innovación a partir de este momento LabGTI. Fue creado en el 2009, por los Maestros Juan Manuel Peña, Luis Rodrigo Valencia, Alberto Lamadrid y el Doctor Alberto Pastrana, El laboratorio surge del primer proyecto que se realizó con la empresa CMR, a partir de ese momento se han llevado a cabo algunos otros proyectos con la empresa CMR y con otras empresas. Es importante mencionar que mi participación en el laboratorio como parte de diferentes proyectos igual comienza en el 2009 en ese momento como parte del equipo de trabajo que se formó para el desarrollo de un sistema de diagnóstico por imágenes.

Como parte de la gestión Tecnológica que se realiza en el LabGTI el maestro Juan Manuel Peña en el libro “Gestión Tecnológica en esquemas de triple hélice propone que el laboratorio debe incorporar una serie de etapas que se presentaron y deben considerarse si

se busca darle salida comercial a alguno de los proyectos desarrollados por el laboratorio de gestión e innovación de tecnología, desde la simple “idea” pasando por la ardua labor de buscar los recursos económicos para llevarla a cabo hasta la complicada labor de crear los equipos de trabajo, transferir la tecnología a las empresas y finalmente que la persona adecuada pueda comercializar el producto para que este se refleje en un beneficio para la sociedad.



Figura 2.3 Etapas a considerar en los proyectos con salida comercial. Fuente: Gestión Tecnológica en Esquemas de triple Hélice.

Etzkowitz (2003) comenta que el modelo de Tripe Hélice se centra en el análisis de las relaciones e interacciones mutuas entre las universidades y los entornos científicos como primera paleta de la hélice, las empresas e industrias como segunda paleta y las administraciones o gobiernos como tercera paleta.

El rol de las universidades es esencial, ya que se requiere que desempeñen nuevas funciones y que se creen instituciones diferenciadas. Otra función de las universidades es el de contribuir en el desarrollo económico y social de su región mediante innovaciones centradas en conocimientos. Esta función, se suma a las dos desempeñadas por la universidad de enseñanza e investigación.

Una de las primeras actividades que hay que hacer dentro de un modelo de la Triple Hélice es propiciar espacios:



Figura 2.4: Espacios Requeridos cuando se trabaja en el esquema de la triple hélice.

Etapa de desarrollo	Características
Creación de un espacio de conocimiento	Se centra en los “entornos de innovación regionales” donde diferentes actores trabajan para mejorar las condiciones locales para la innovación mediante la concentración de actividades de I+D relacionadas y otras operaciones relevantes.
Creación de un espacio de consenso	Se generan ideas y estrategias en una “triple hélice” de múltiples relaciones recíprocas entre sectores institucionales (académicos, públicos, privados)
Creación de un espacio de innovación	Intento de realizar los objetivos articulados en la fase anterior; es central establecer y/o atraer capital de riesgo público y privado (combinación de capital, conocimiento técnico y conocimiento empresarial)

Tabla 2.1: Espacios dentro del Modelo de la Triple Hélice, extraído de Etzkowitz (2002)

El método de la triple hélice permite visualizar claramente la relación que existe entre los diferentes participantes y como está interrelación se debe dar, pero para ello debe existir disposición de las partes, así como una gran coordinación y comunicación, esto se puede ver mejor en la ilustración siguiente, todo basado en la prosperidad de la región, es decir se requiere apertura, madures, optimismo y responsabilidad

3. ESQUEMAS DE VINCULACIÓN EN MEXICO: LA TRIPLE HELICE

3.1. Resumen

En el presente capítulo se presenta la definición de la Triple hélice así como su evolución a través del tiempo, sus estrategias así mismo se presentan las estrategias que ha implementado el gobierno mexicano para que las empresas y centros universitarios trabajen bajo este esquema.

En la actualidad uno de los esquemas de vinculación que se ha vuelto popular en México es el denominado “Triple Hélice” el cual contempla la elaboración del gobierno, la industria y la academia o universidad. En los últimos años el CONACYT, se ha encargado de facilitar este tipo de vinculación, gracias a sus programas, PROINNOVA, INNOVAPYME e INNOVATEC.

3.2. La Triple Hélice

El modelo de la triple Hélice es un estudio entre el Estado la Universidad y la empresa, este modelo fue propuesto por Etzkowitz y Leydesdorff (1997). De acuerdo a este modelo se pretende que la Universidad sea el motor a través del cual se cree el conocimiento así mismo represente un fuerte vínculo entre el gobierno y la empresa. Cabe mencionar que este modelo ha ido evolucionando a lo largo del tiempo.

Etzkowitz y Leydesdorff (2000), proponen tres diferentes aspectos de la Triple Hélice.

- El estado-nación abarcando todo lo relacionado con el mundo académico y la empresa siendo el elemento que dirige la vinculación entre ellos

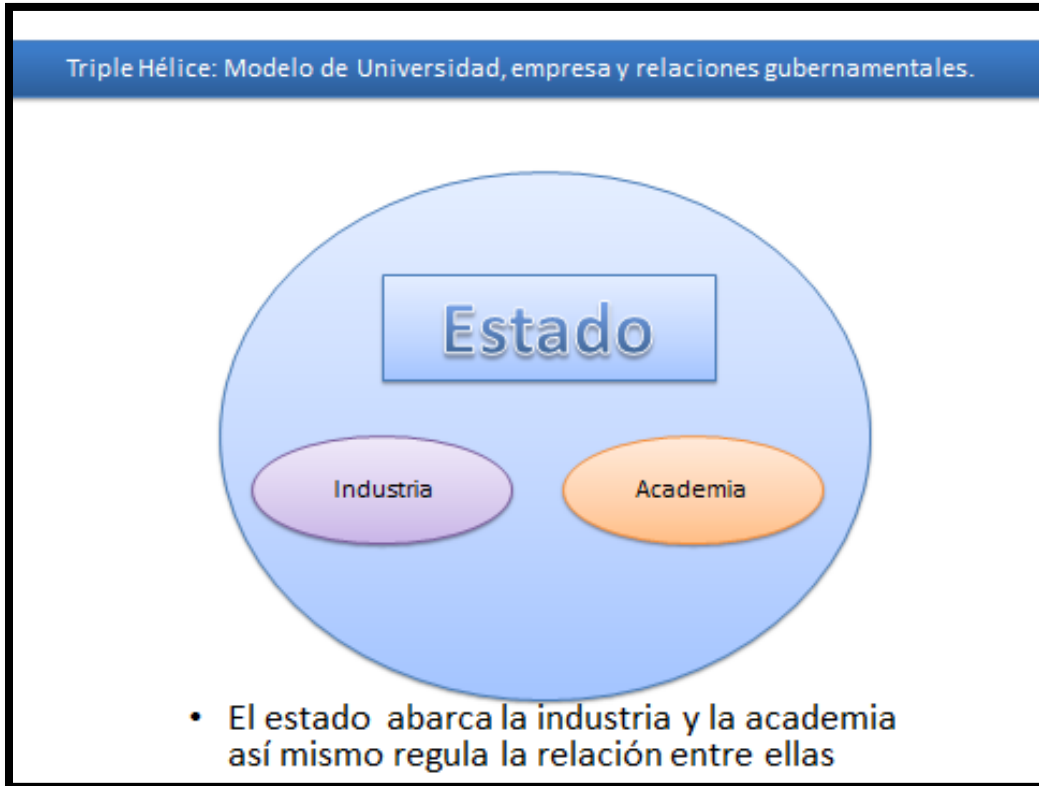


Figura 3.1 :El estado abarca la industria y la academia así mismo regula la relación entre ellas Fuente: Etzkowitz, H. & Leydesforff, L. (2000)

- El segundo modelo separa la esfera institucional con una fuerte división de fronteras.

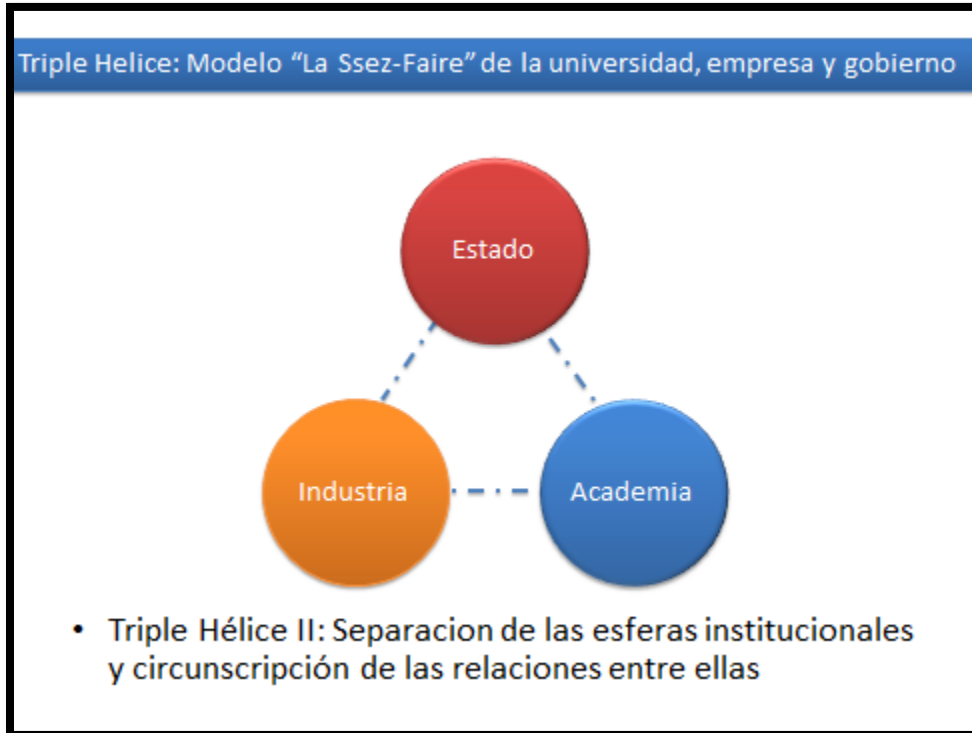


Figura 3.2: Triple Hélice: Modelo "La Ssez-Faire" de la universidad, empresa y gobierno ellas Fuente: Etzkowitz, H. & Leydesforff, L. (2000)

- Un tercer modelo donde el mundo académico, el gobierno y la industria en conjunto, son la generación de una infraestructura de conocimientos en términos de la superposición de las esferas institucionales, en cada uno de ellos el papel de los otros y con organizaciones híbridas emergentes



Figura 3.3: Triple Hélice: Redes Tri-Laterales y u organizacionales híbridas Fuente: Etzkowitz, H. & Leydesforff, L. (2000)

Para Etzkowitz y Klofsten (2005), el modelo de la Triple Hélice se encuentra constituido de tres elementos básicos.

- Por una parte implica una mayor importancia del papel que juega la universidad en cuanto a lo relacionado a la innovación, a la par con la industria y el gobierno todo esto basado en una sociedad del conocimiento.
- Dos, existe un movimiento en las relaciones de colaboración entre los ámbitos institucionales mientras que en la política de innovación es cada vez más un resultado de la interacción y no una receta realizada por gobierno.

- Tres, cada ámbito institucional además de cumplir con sus funciones tradicionales también toma el papel de los roles de los otros, los cuales operan en un eje de su nuevo papel además del otro de su tradicional función.

Una universidad empresarial, que toma los papeles tradicionales de la industria y el gobierno, que es la institución central para innovar en las regiones.

3.3.México y la Triple Hélice

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de acuerdo a la Ley Orgánica del Consejo Nacional del Ciencia y Tecnología:

“CONACYT: es un organismo descentralizado del Estado, no sectorizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que goza de autonomía técnica, operativa y administrativa, con sede en la ciudad de México, Distrito Federal. Y tendrá por objeto ser la entidad asesora del Ejecutivo Federal y especializada para articular las políticas públicas del Gobierno Federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país.”

En la actualidad este organismo es el principal potencializado de la vinculación basada en la “triple hélice”

En México, el gobierno apenas ha iniciado hace un par de años a través del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) un programa que comienza por forjar sus bases en los esquemas propuestos por Etzkowitz y Leydesdorff (1997) y esto se ha logrado apenas desde el gobierno anterior de Felipe Calderón y continuado actualmente por el

gobierno Federal a cargo de Enrique Peña Nieto mediante los Programas de Estímulo a la Innovación del cual se desprenden tres vertientes:

- a) INNOVAPYME.- Programa orientado a apoyar con montos hasta 70% a las empresas pequeñas y medianas que elaboren proyectos relacionados a la innovación, desarrollo y transferencia de tecnología mediante fondos gubernamentales pero vinculados a las universidades y centros de investigación del país.

- b) PROINNOVA.- Programa orientado a apoyar con montos hasta 70% a las empresas grandes que elaboren proyectos relacionados a la innovación , desarrollo y transferencia de tecnología mediante fondos gubernamentales pero vinculados a las universidades y centros de investigación del país.

- c) INNOVATEC.- Programa orientado a apoyar con montos hasta 70% a las empresas pequeñas , medianas o grandes que elaboren proyectos relacionados a la innovación, desarrollo y transferencia de tecnología mediante fondos gubernamentales pero vinculados a las universidades y centros de investigación del país y adicionalmente a otras empresas para generar sinergias.

Los programas anteriores buscan incentivar la vinculación entre Universidad-Industria, en la que el gobierno mantiene una clara relación de apoyo además de ser el árbitro y el auditor en el desarrollo del productos o procesos innovadores. El principal objetivo del programa es apoyar la innovación en México. Los Factores Clave son:

- La entidad industrial recibe el total de la subvención para su correcto ejercicio y es responsable de los resultados a impactar así como de la entrega de los objetivos del proyecto.
- La industria y el gobierno firman un convenio que especifica la cantidad a transferirse a la Universidad (o centro de investigación) vinculado en la propuesta donde se detallan además las responsabilidades o participación de la misma en el desarrollo del proyecto.
- La subvención sólo se transfiere a la entidad Industria, si las entidades Universidad e Industria han firmado cartas de intención de cooperación y, si es posible, ya han firmado acuerdos.
- La Universidad y la Industria firman un convenio que especifica los objetivos y responsabilidades de ambas partes así como las sanciones por el incumplimiento de las mismas.
- La entidad Industria transfiere fondos a la entidad Universidad.
- La Universidad y la Industria cuentan con suficientes fondos para completar un proyecto de un año. La cooperación es esencial.
- La industria y la Universidad entregan el proceso y/o producto innovador producto de la propuesta sujeta de apoyo.

Estos estímulos han generado que la inercia de la triple hélice se encuentre en un movimiento actualmente sin embargo no ha sido aún suficiente al menos no en la medida

que se esperaba. Es crucial el afrontar retos importantes cuando se reúnen expertos de la industria, junto con investigadores de la academia. Sobre todo debido a la falta de alineación de los investigadores con la ciencia aplicada, necesaria para resolver los demandas del sector. Sin embargo, como para cualquier proyecto de tecnología, hay una curva de aprendizaje que tiene que ser considerada en el momento de hacer la planificación estratégica por lo que ambas partes tienen que reunirse y ponerse de acuerdo sobre los términos y condiciones del equipo de innovación recientemente creado. Touhill and Oriordan (2008) comentan que los equipos de innovación deben ser vistos como un grupo de personas desde diferentes perspectivas:

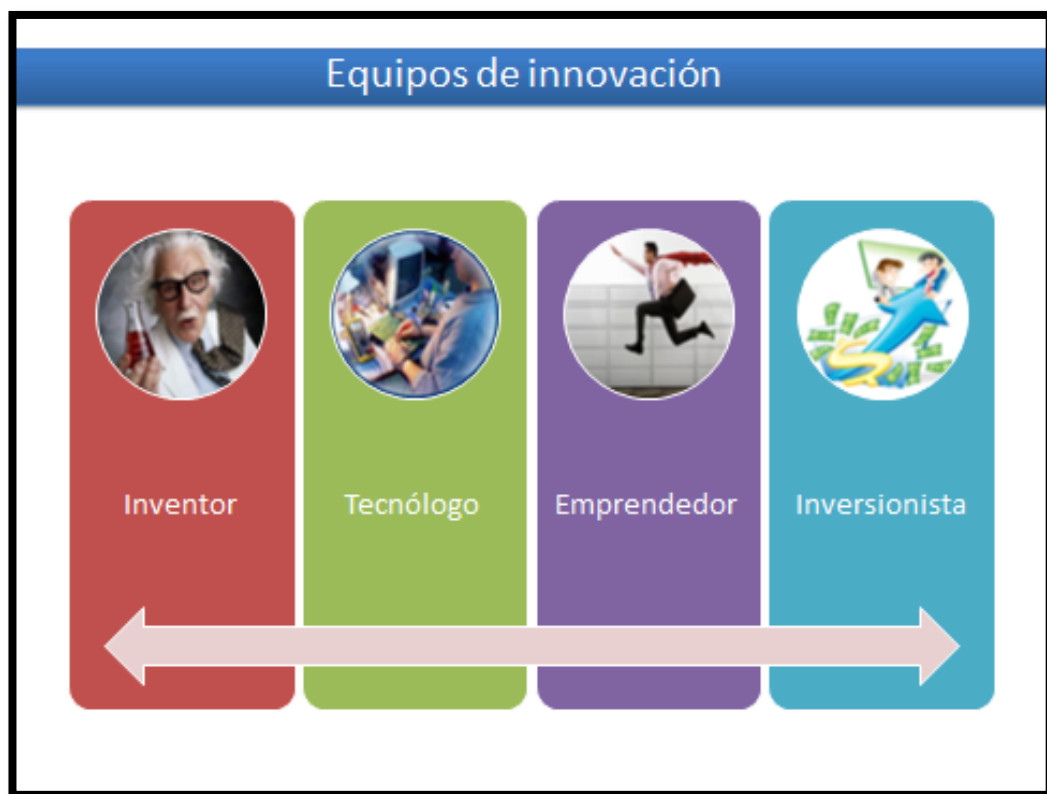


Figura 3.4: Elementos de un equipo de innovación.

- a) El inventor: también conocido como el ingenio creador, desde el que nace la idea pero que en muchas ocasiones no sabe cómo plasmarla más allá.
- b) El tecnólogo: es un experto en el área tecnológica con amplio sentido de practicidad sin perder de vista el lado científico, el tecnólogo lo prepara para que pueda ser viable de manera comercial pero desde el punto de vista técnico.
- c) El emprendedor / empresario: es la persona que puede concretar el sueño y permite que realicen una comunión el inventor y el tecnólogo además de conseguir los recursos necesarios para llevarlo a cabo.
- d) El inversionista: es la persona que cuenta con los recursos y la visión para saber cuándo algo puede ser potenciado a más. En muchas ocasiones alguna de estas figuras puede ser representada por la misma persona siempre y cuando cumpla las características inherentes a ello.

Así pues los estímulos a la innovación han sido uno de las plataformas más atinadas que ha generado el gobierno Federal para que se genere un equipo en el que los investigadores de la academia ocupan rol del inventores, mientras que los papeles técnicos serían provistos por la industria. Ambas partes (la industria y la academia) necesitan liderazgo, un rol que juega el empresario que, en primer lugar, es el que generalmente se hace cargo, del no tan sencillo, proceso de solicitud de subvención y finalmente, la industria junto con el gobierno (CONACYT en este caso) son los inversionistas aunque también pueden visualizarse salida de capital ángel que permita que estos proyectos tengan una mayor proyección.

Esto muestra de manera muy contundente como en América Latina no está satisfecha la demanda de innovación en la región. Por un lado los países latinoamericanos son grandes países receptores de empleos para manufactura, pero a su vez, el suministro de la tecnología suele ser recibido de los países con economías más desarrolladas. Las oportunidades para convertirse en “innovador” son bastante tangibles, ya que muchos grupos de tecnología (clústers) y parques industriales ya están allí. Decisiones radicales deben ser hechas en torno a dos aspectos diferentes: en primer lugar, y lo más importante, es necesario más inversión en I+D; en segundo lugar, modelos regionales específicos deben ser puestos en marcha con el fin de alinear conjuntamente, industria y academia. Las políticas aquí juegan un papel muy importante, dado que ninguna de estas estrategias puede ser posible sin el apoyo del gobierno. Esto plantea la necesidad de gestionar recursos con las entidades gubernamentales pero para esfuerzos no aislados sino encaminados a mejorar la competitividad en el rubro tecnológico principalmente en cuestiones afines como transferencia tecnológica e innovación.

3.4. Estrategia de la Triple Hélice

El papel de los investigadores en las Universidades, donde típicamente su reto no es vender, sino llegar a buen puerto en esa investigación ¡¡¡en muchos casos de un producto innovador!!! ¿Y las empresas? ¿Cuál es su reto...? ¿No es una pena que esa gran idea no salga de un laboratorio? (González de la Fe, Teresa, 2009)

¿Cómo conseguir llegar de la investigación al producto? Sobre esta pregunta se basa el Modelo de la Triple Hélice (Etzkowitz, Henry, Leydesdorff, Loet, 2000). A los dos actores

anteriores (Universidad y Empresa privada) se les une un tercer actor: Los Gobiernos, convirtiéndose de forma metafórica en hélices del desarrollo económico.

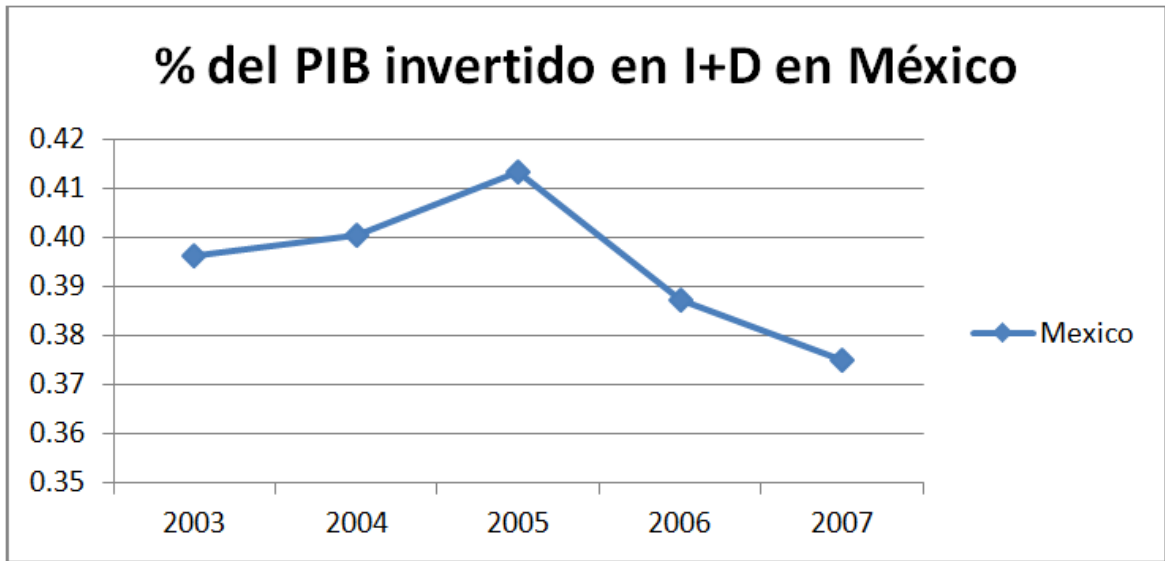
La innovación ha sido asociada típicamente con un impacto en el mercado. La mayoría de los autores en gestión de las tecnologías están de acuerdo sobre el hecho de que una invención exitosa es aquella en la que el mercado la ha aceptado . Las más mejores invenciones son de gran impacto si son capaces de comercializarse a gran escala. De este modo, solo cuando los inventos producen un impacto comercial es que deben ser llamados innovaciones.

Por el hecho de ser innovadores, muchas organizaciones alrededor del mundo aumentan su competitividad. De acuerdo con Porter, las estrategias competitivas se pueden ver en dos dimensiones diferentes: costo-diferenciación y producto-proceso. La primera dimensión describe las estrategias a partir de las cuales las innovaciones son generadas, ya sea por un menor costo de producción, en la creación de nuevos productos o nuevas funcionalidades sobre las preexistentes. La última dimensión indica dos formas diferentes de ser innovador: la innovación de productos o la innovación de procesos.

Las organizaciones exitosas en todo el mundo suelen invertir una gran cantidad de sus ingresos netos en investigación y desarrollo (I+D o R&D por sus siglas en ingles) para mejorar en al menos una de las estrategias antes descritas. En América Latina las industrias no son la excepción. MABE, un fabricante mexicano de renombre mundial en línea blanca, tiene su propio centro de I+D y ha sido recientemente galardonado con el 1er lugar en la innovación tecnológica por la asociación más importante de las organizaciones de investigación publica en México (ADIAT). La innovación en este caso consiste en un

sistema ahorrador de agua en máquinas lavadoras que reduce a la mitad el consumo de agua en tanto que su costo de fabricación es comparable al de otros modelos. Otro caso exitoso lo encontramos en la Compañía Mexicana de Radiología (CMR), que no solo se dedica a la fabricación de equipos radiológicos, sino que recientemente ha incursionado en la industria del software mediante la creación de un Sistema de Comunicación y Almacenamiento de Imágenes basadas en WEB (PACS), para imágenes médicas, el cual ha sido instalado exitosamente en muchos hospitales mexicanos. La innovación aquí es una nueva línea completamente nueva de productos en sistemas de información radiológicos creada para satisfacer las necesidades del mercado mexicano de los hospitales, el cual también ha sido galardonado con el premio ADIAT (2do lugar).

El único país que reporto la inversión en I+D ante la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) fue México. La siguiente figura ilustra tristemente como la inversión en I+D (como porcentaje del PIB) no está aumentando, sino al contrario, ha ido disminuyendo en los últimos años.



Grafica 1 Porcentaje del PIB Invertido en I+D en los años 2003-2007 en México.

Fuente: OCDE

4. TRIPLE HELICE y La UAQ

4.1.Introducción

La Universidad Autónoma de Querétaro, dentro de la Facultad de Contaduría y Administración ha trabajado en lo que se le denomina “Estrategia de la Triple Hélice (TH)” en donde una buena definición de un plan de negocio, método, seguimiento y control de sus proyectos ha tenido excelentes resultados, sabiendo integrar las tres entidades en proyectos de I+D+I autosustentables, trabajando en equipos de alto desempeño multidisciplinarios.

La UAQ-FCA en el laboratorio de Gestión Tecnológica e Innovación trabaja internamente los proyectos multi-facultades y de manera multidisciplinaria, creando equipos inter-empresariales, obteniendo fondos gubernamentales para las pequeñas y medianas empresas, así como trabajando con fondos internacionales para proyectos con otros países Latinoamericanos.

Es importante resaltar que parte crucial es la parte de gestión que incluye no solo la administración ya que no es suficiente la realización de las actividades de dirigir, planear, controlar y ejecutar sino que también es necesario optimizar los recursos y aplicar una serie de estrategias y técnicas aplicables a diferentes entidades así como trabajar con y para la iniciativa privada buscando que los apoyos sean efectivos, obteniendo resultados en tiempo y forma, impactando esto en indicadores de éxito a nivel universidad, estatal y nacional en términos de I+D+I. Una de las características de la metodología usada es la cooperación inter-entidades, la transferencia de tecnología y la filosofía de ganar-ganar, permitiendo que los investigadores, las entidades y la universidad obtengan una ganancia siempre.



Figura 4.1 Diferencia entre Administración y Gestión Fuente: Cosmología empresarial

Uno de los aspectos más importantes es la definición de líderes y patrocinadores de los proyectos, usando metodologías híbridas desde ingeniería de requerimientos hasta la documentación exhaustiva de todos los procesos y actividades realizadas durante un proyecto, permitiendo así la continuidad aun cuando haya cambios en el personal involucrado. Otro aspecto importante es el aseguramiento del conocimiento internamente ya que por ser universidad existe una rotación de integrantes muy alta principalmente al término de cada ciclo escolar, los miembros de los equipos son en buena parte estudiantes que presentan aun una carga de trabajo considerable en sus clases lo que complica la programación de entregables y la disponibilidad de tiempo fuera del horario de trabajo tradicional, la metodología considera esta rotación de personal y maneja equipos de apoyo logrando un conocimiento profundo por parte de los estudiantes en su labor, dando una experiencia de trabajo real a los estudiantes y científicos involucrados.

Desde un punto de vista macro, la estrategia administrativa dentro de las universidades debe cambiar para fomentar la participación de expertos en los proyectos, generando entregables como registros de propiedad industrial e intelectual y patentes entre otros indicadores de productividad cognoscitiva.

Con una metodología y estrategia de negocios se reciben solo proyectos de gran impacto regional, nacional e internacional; uno de los objetivos de la UAQ-FCA es compartir estas experiencias para que otras entidades universitarias, puedan unirse a las redes de científicos y a los proyectos o bien para compartir experiencias de éxito de la gestión de proyectos bajo la visión de la Triple Hélice. De esta manera se inició la construcción del laboratorio observatorio consultorio considerando los factores que pueden controlarse dentro de la universidad y descartando aquellos que por el momento exceden el círculo de influencia.

4.2.La triple Hélice y la UAQ

Etzkowitz & Leydesdorff proponen un modelo de Triple Hélice de relaciones universidad-industria-gobierno para explicar los cambios estructurales en las economías basadas en el conocimiento. A partir de entonces, ha habido muchas variantes que proponen modelos de 4 Hélices o N Hélices, donde el factor común es el sistema de interacción entre las diferentes entidades, pero en esencia son muy similares. Los modelos lineares están integrados típicamente por dos programas de entidad (por ejemplo, acuerdos Industria-Universidad), donde la interacción se promueve en cualquiera de las siguientes relaciones: Universidad-Industria, Universidad-Gobierno o Industria-Gobierno. Contrario a los modelos lineares, la Triple Hélice representa diversas plataformas en las que se requiere la

cooperación de todas las entidades en un esfuerzo coordinado para desarrollar el mismo proyecto o proceso. El gobierno juega aquí un papel muy importante, ya que la política es esencial para establecer grandes innovaciones que refuerce la coordinación y alinee a los investigadores, tanto aquellos en la academia, como a los de la industria. La siguiente figura muestra ambos: Modelo Linear y Triple Hélice.

Un ejemplo de éxito de los programas de la Triple Hélice en México es el programa de Becas de Innovación (Programa de Estímulo a la Innovación) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Dicho programa, en cualquiera de sus tres facetas: INNOVAPYME, PROINNOVA and INNOVATEC, anima a la vinculación entre Universidad-Industria, en la que el gobierno mantiene una actitud vigilante y desempeña un papel de otorgar, ser el árbitro y el auditor en el desarrollo del productos o procesos innovadores. El principal objetivo del programa es apoyar la innovación en México. Los Factores Clave son:

- La entidad industrial recibe el total de la subvención
- La entidad de la industria también es responsable de la correcta realización de los objetivos del proyecto
- La industria y el gobierno firman un convenio que especifica la cantidad a transferirse a la Universidad (o centro de investigación)
- La subvención sólo se transfiere a la entidad Industria, si las entidades Universidad e Industria han firmado cartas de intención de cooperación y, si es posible, ya han firmado acuerdos.

- La Universidad y la Industria firman un convenio que especifica los objetivos y responsabilidades de ambas partes.
- La entidad Industria transfiere fondos a la entidad Universidad.
- La Universidad y la Industria cuentan con suficientes fondos para completar un proyecto de un año. La cooperación es esencial.
- La industria y la Universidad entregan el proceso y/o producto innovador.

Por experiencia se ha encontrado que tal programa ciertamente alienta un fuerte vínculo entre la Universidad y la Industria, permitiendo a los investigadores de la academia alinear sus objetivos con los de la industria, mientras que al mismo tiempo, motiva a la gente de la industria a buscar los recursos humanos y el conocimiento dentro de instituciones académicas. Se trata de un programa de ganar-ganar. El proyecto PACS mencionado con anterioridad en este documento (ganador del premio nacional de innovación) ha sido desarrollado bajo la modalidad INNOVAPYME del Programa de Becas de Innovación donde la empresa CMR, la Universidad Autónoma de Querétaro (UAQ) y el CONACYT han actuado como las Tres entidades de la Triple Hélice. La institución académica galardonada con el financiamiento, la UAQ, no sólo ha colaborado con la empresa CMR para lograr una de los sistemas de información más innovadores en términos de imágenes médicas, sino que también ha creado un nuevo Laboratorio en Gestión Tecnológica, conocido como LABGTI, el cual ha aplicado exitosamente en dos Becas de proyectos similares.

Se deben afrontar retos importantes cuando se reúnen expertos de la industria, junto con investigadores de la academia. Sobre todo debido a la falta de alineación de los investigadores con la ciencia aplicada, necesaria para resolver las demandas del sector. Sin embargo, como para cualquier proyecto de tecnología, hay una curva de aprendizaje que tiene que ser considerada en el momento de hacer la planificación estratégica. Ambas partes tienen que reunirse y ponerse de acuerdo sobre los términos y condiciones del equipo de innovación recientemente creado. Touhill and O'Riordan en su Libro "Comercialización de Tecnologías Innovadoras" habla de los equipos de innovación como un grupo de personas desde diferentes perspectivas: en primer lugar, está la gente creativa, más comúnmente conocida como inventores, en segundo lugar, el técnico o experto en ingeniería que lleva las ideas a la realidad, en tercer lugar, el inversionista, una parte esencial en el proceso de innovación, y por último, pero no menos importante, el empresario que representa el liderazgo de todo el equipo. En opinión del autor de este capítulo, el programa INNOVAPYME establece una plataforma adecuada para que se genere un equipo en el que los investigadores de la academia ocupan el rol de inventores, mientras que los papeles técnicos serían provistos por la industria. Ambas partes (la industria y la academia) necesitan liderazgo, un rol que juega el empresario que, en primer lugar, es el que generalmente se hace cargo, del no tan sencillo, proceso de solicitud de subvención y finalmente, la industria junto con el gobierno (CONACYT en este caso) son los inversionistas.

Convertir esa investigación y creatividad en productos e innovación (mercado) y a los Gobiernos como medios financiadores de ese proceso.

Un ejemplo directo de estos modelos son las “SpinOff Universitarias”, donde los centros de investigación de la Universidad Politécnica de Valencia España y el Laboratorio de Gestión Tecnológica e Innovación de la universidad Autónoma de Querétaro México por citar algunos son referencia de ello. De los grupos de investigación y alumnos, finalizando los estudios surgen numerosos proyectos de investigación innovadores, que gracias a los SpinOff y a las ayudas de Programas de los Gobiernos como Innovapyme, Innovatec, ALFA y programas varios de CONACYT, no dudan en crear nuevas empresas para dar mercado a dichos proyectos.



Ilustración 4.1: el Laboratorio en Gestión Tecnológica e Innovación de la Universidad Autónoma de Querétaro, México.

Schumpeter y su concepción de la empresa como el locus de la innovación tecnológica, así como su uso del concepto de destrucción creativa para describir los cambios producidos por estas innovaciones. (Schumpeter, J, 1954)

Da pie a utilizar el concepto que maneja Ubaldina Díaz de “Aprender a desaprender” (Díaz, Ubaldina, 2006), así como Emmanuel Kent que sostiene que el conocimiento se genera a través de la experiencia, “celebra la disciplina, el sistemático cultivo de la

voluntad a través de la disciplina (Kant, Emmanuel, 2001). Desoye las voces del instinto, de la conciencia curiosa por temor a la debilidad de carácter a la que conduce una vida anclada en los caprichos. La pregunta es: ¿Cómo avanzar en el proyecto de la humanidad si se socava de aquella manera, los espacios para el despliegue de sus facultades? ¿Es que la conciencia moral, ha de ser el límite de la reflexión? ¿Es que el cómo ha de frenar la posibilidad de avanzar en el conocimiento? ¿Es que los modos de ser se pueden calcar todo el tiempo?”, como dijera Jiddu Krishnamurti, una taza (la mente) sólo tiene sentido cuando está vacía. (Krishnamurti, Jiddu, 2008)

Con base a este pensamiento, algunas de las lecciones fundamentales que se han extraído de las principales experiencias en materia de competitividad son:

- 1) La necesidad de hacer procesos de planificación estratégica participativa (“de abajo hacia arriba”) (Nonaka, Ikujiro, Takeuchi, Hirotaka, 1999)
- 2) La necesidad de que este proceso sea fruto del consenso entre el sector público y el privado, donde el sector privado es el motor principal y el sector público es el socio estratégico que fomenta las reformas en el clima de negocios, y
- 3) La demanda, y no la oferta, es la que sirve para impulsar los proyectos y dar sustentabilidad a los programas.

Por tanto la mejor manera de interactuar entre las tres partes es buscando sus convergencias en donde las tres salgan ganando, es importante resaltar que es responsabilidad de todas las entidades que se dé esto, no es de una sola o de dos. Así la universidad deben salir a buscar oportunidades de negocio, la empresa debe participar activamente en la transferencia de habilidades y conocimiento, y el gobierno debe informar

proactivamente de apoyos y asegurarse que estos lleguen a las diferentes entidades tanto empresariales como académicas garantizando trámites fáciles y sencillos.

Parte primordial en la transferencia del conocimiento y en la interacción entre todos los actores es visualizar que el objetivo es la satisfacción del usuario final (personas, regiones, entidades, etc.), y que uno de los beneficios más importantes en la generación de conocimiento es poder contribuir con patentes que den ganancias considerables a estos usuarios finales, visto todo ello como entidades (bien común de la región). Es entonces de vital importancia que la entidad gobierno tenga estrategias que contengan el respeto al derecho de autor, la interacción de entidades mediante contratos y convenios, así como de contratos de confidencialidad entre todos los miembros de las diferentes comunidades, generando una ambiente propicios para la creación de patentes.

Es importante también resaltar que todo esto sin un excelente seguimiento no es posible que se dé, solo recordar la popular frase coloquial muy usada en el entorno empresarial, “orden dada no vigilada no sirve para nada”, que muestra que hay que darle seguimiento, darle expeditación a las órdenes para que estas se den en tiempo y forma.

La Tripe Hélice se centra en el análisis de las relaciones e interacciones mutuas entre las universidades y los entornos científicos como primera paleta de la hélice, las empresas e industrias como segunda paleta y las administraciones o gobiernos como tercera paleta. (Etzkowitz, Henry, 2003)

5. RECONOCIMIENTO DE VOZ

5.1. Resumen

En el presente capítulo se hablara de los conceptos de reconocimiento de voz, sistema de reconocimiento de voz, así mismo de los antecedentes históricos que lo preceden pues no es una herramienta tecnológica nueva, otro tema es el de aplicaciones médicas que actualmente ya se encuentran en el mercado y que cuentan con reconocimiento de voz. Por otro lado se tomaran temas como el reconocimiento de voz de Windows, pues ha sido una de las herramientas utilizadas para el desarrollo del módulo de reconocimiento voz que ha sido desarrollado en la presente Tesis.

5.2. Reconocimiento de Voz

Según Scott Prestorius el reconocimiento de voz es el proceso a través del cual un sistema de informático, reconoce las palabras habladas y las convierte en texto. Así mismo explica que la comprensión de los lenguajes humanos cae bajo un campo diferente de la ciencia informática denominado procesamiento del lenguaje natural. El reconocimiento de voz por computadora es una tarea compleja de reconocimiento de patrones. Por lo regular, la señal de voz se muestrea en un rango entre los 8 y 16 KHz.

Anteriormente los sistemas primitivos requerían que la persona la cual dictaba a la computadora lo hiciera de una forma muy lentamente a si mismo que este diferenciara una palabra de otra con una corta pausa estos sistemas se denominan sistemas de lenguaje fragmentados. (Pretorius & Solomon, 2006)

La capacidad para reconocer le permite a los seres humanos poder identificar la identidad, las características y las circunstancias de los objetos o de las personas

reconocidas. El inconveniente de la mayor parte de las características que el hombre es capaz de reconocer es que estas se presentan en forma de patrones complejos (Caras, textos, piezas, industriales, voz etc.). Asociada a la capacidad de reconocimiento se encuentra la de la clasificación que se puede entender como la acción de decidir si este pertenece o no a cierta entidad a una categoría determinada, esto en función de una o varias características que este presenta. Por otra parte el acto de clasificar un proceso de toma de decisiones por parte de quien lo lleva a cabo.

El termino Sistema de reconocimiento de patrones abarca a todos aquellos sistemas que se encuentran basados en patrones y que toman una decisión, siendo la clasificación una de esas decisiones.

Para que el proceso de clasificación se complete es esencial que el sistema disponga de información circunstancial, o un conjunto de características relevantes como elemento para la toma de decisiones.

Un patrón es un conjunto de esas características esenciales que describen al objeto a clasificar.

Una de las principales características de la señal de voz es precisamente su excesiva variación en función del tiempo. En la actualidad, según (Tebelskis, 1995) se puede estudiar desde dos diferentes vertientes por una parte se encuentra el nivel acústico y por el otro el nivel temporal. Si estudiamos el punto de vista acústico se estudian aspectos tales como: la forma de pronunciar, el acento, la frecuencia fundamental de resonancia del tracto vocal, el volumen entre algunos otros. En el caso de la variación temporal se analizan las diferentes duraciones que manifiesta un conjunto de muestras de voz. A pesar de que son

dos formas no necesariamente son independiente una de otra sin embargo para fines del reconocimiento de voz se toman como si lo fueran. De estos dos aspectos antes mencionados, la variación que se presenta en el tiempo es más fácilmente gestionable.

En principio, se utilizó un tipo de deformación lineal de una señal de voz desconocida para compararla con una señal tipo muestra; el resultado no fue óptimo. Posteriormente se utilizó una deformación del tipo no lineal, la cual dio como consecuencia la aparición del algoritmo DTW (Dynamic Time Warping) (Rabiner and Levinson, 1990). En la actualidad tal algoritmo ha dejado de usarse en gran medida. La variación acústica es más difícil de modelar, debido a su naturaleza heterogénea. Por lo tanto, el estudio del reconocimiento de voz ha ampliado su campo en este aspecto. Las diferentes perspectivas por donde se analiza el reconocimiento de voz se reducen a las siguientes:

- Modelos de referencia o plantillas,
- Conocimiento,
- Modelos estocásticos o estadísticos,
- Redes neuronales artificiales,
- Métodos híbridos.

Sin embargo el modelo más popular en cuanto a reconocimiento de voz se refiere es el modelo estocástico o también conocido como Modelos ocultos de Markov (MOM)

5.2.1. Factores a considerar en el reconocimiento de voz:

Una de las características a analizar en el proceso de captura de la señal de voz es la frecuencia de muestreo. Este factor es muy importante ya que es una limitante y posible causa entre una buena calidad señal y una muy mala calidad de señal. Aun resolviendo

este detalles aún existen diferentes factores que pueden afectar el reconocimiento de voz dentro de los cuales (Kirschning, 1998) Señala los siguientes:



Figura 5.1: Factores a considerar en el reconocimiento de voz. Fuente: elaboración propia

- *Tamaño del vocabulario y la confusión:* conforme el número de palabras que se desean ser reconocidas por el sistema de reconocimiento de voz va aumentando, se tiende a incrementar los índices de error al reconocer las mismas. Lo cual da como resultado a que el porcentaje correcto de reconocimiento se vea afectado considerablemente, dado que con frecuencia el sistema se vuelve inestable y por ende pierde confiabilidad.
- *Sistemas dependientes e independientes del locutor:* Una de las mayores controversias en los sistemas de reconocimiento de voz del habla humano se ha dado mucho a notar en los sistemas dependientes e independientes del locutor. A

lo largo de la historia se han gestionado los sistemas dependientes del locutor como los que los han hecho una realidad el alcanzar un alto índice de reconocimiento. Pero en contra parte se encuentran los sistemas independientes del locutor es evidente la necesidad de implementar mecanismos cada vez más sofisticados ya que estos representan un problema aun no resuelto en nuestros días.

- *Voz Aislada discontinua y continua:* La mayoría de los trabajos realizados se ha hecho en estas áreas. Se entiende por voz aislada aquella que se puede percibir como unidades del habla que forman un núcleo elemental de entendimiento dentro de la estructura lingüística en donde se gesten. Es importante recalcar que este hecho es trascendente ya que la silaba y el fonema pueden entrar dentro de esta clasificación. Sin embargo, hay un problema con el fonema, ya que como pieza independiente carece de sentido alguno, así mismo es totalmente abstracto y sin relevancia cuando se manifiesta de forma independiente. En contraparte la silaba posee la característica de ser totalmente autónoma sin requerir compartir espacios temporales con algún otro medio lingüístico. Por tal motivo se puede decir que la información que contiene es vasto y enorme. La voz discontinua es una manifestación en la cual las palabras o secuencias sonoras se encuentran entrelazadas por una pauta que no permite que exista la continuidad entre una estructura anterior y siguiente, más bien es únicamente el intermedio entre lo continuo y lo individual

Finalmente, el habla continua es la forma que por naturaleza utilizamos los seres humanos para comunicarse entre sí. Es muy importante observar la forma en que todos los elementos antes mencionados se presentan en la vida

cotidiana. es por naturaleza la forma que los seres. El ser humano en su proceso de adaptación se ayuda en los sonidos para llegar al equilibrio óptimo de las funciones básicas del cerebro que lo acompañan durante toda la vida. Esto es el ser humano cuando recién nace no identifica sonidos con lo que ocurre en su medio ambiente, sin embargo con forme va pasando el tiempo el individuo comienza a asociar las estructuras sonoras de tal forma que las identifica y acopla al medio que lo rodea, de tal forma que no importa donde haya nacido el ser humano posee la capacidad de adaptarse aprender y acompase al medio que lo rodea independientemente del medio que lo rodea, así que si nació en México y por alguna razón es trasladado a otra región del mundo.

- *Voz aplicada a tareas o en general:* Los sistemas de reconocimiento de voz por lo general se encuentran altamente ligados a la aplicación que se esté ejecutando durante su implementación. Es decir los sistemas se encuentran limitados en cuanto al contexto por las tareas que estos tienen que ejecutar, mientras que otros quedan completamente abiertos. Y es que si se piensa en un sistema en el cual se están contestando llamadas telefónicas, o una conversación, se encuentra con que el vocabulario y los elementos se encuentra muy limitado a unas cuantas palabras.
- *Voz leída o espontánea:* Los sistemas de reconocimiento de voz se han manifestado en dos grandes vertientes, esto sobre todo cuando se refiere a base de datos destinadas para este fin. Los corpus de las voces almacenadas para ser estudiadas se diferencian en el hecho de que sus grabaciones se encuentran realizadas por personas que pronuncian las frases cuando las leen o cuando estas se encuentran en una charla bajo condiciones normales. Sin embargo

nuestro modelo de conversación no sigue un patrón que delimite un esquema de conversación sino más bien es de carácter continuo y espontáneo. Y en el caso de las personas que le hablan a un reconocedor de voz para generar los patrones, no se cumple con esto sino más bien como saben que se está grabando ponen mucha precaución a leer las frases así mismo al pronunciarlas

- *Condiciones adversas:* Esto se refiere a que de alguna manera hay que delimitar al sistema de tal forma que se entienda que una señal de voz puede ser recibida por causas del ruido que existe en el medio ambiente. Por lo tanto si se requiere que el sistema de reconocimiento de voz opere bajo ciertas circunstancias es importante tomar en cuenta este factor

5.3. Antecedentes históricos

A continuación se describen los antecedentes históricos de lo ocurrido en relación al reconocimiento de voz:

Comenzaremos en los años 50's

- Laboratorios Bell. Reconocimiento de dígitos aislados mono locutor:

En 1952 Davis, Bidulph y Balashek, de los laboratorios Bell fabricaron el primer reconocedor capaz de discriminar con cierta precisión los diez dígitos ingleses pronunciados de forma aislada por un único lector. El dispositivo era totalmente electrónico.

- Laboratorios RCA. Reconocimiento de 10 sílabas mono locutor.
- University College in England. Reconocedor fonético.

- Laboratorio MIT Lincoln. Reconocedor de vocales independiente del hablante.

Sin embargo la parte fundamental comenzó hasta los años 60`s, comienza en Japón (NEC labs)

- Dynamic Time Warping (DTW – Alineación Dinámica en Tiempo -). Vintsyuk (Unión Soviética).
- CMU (Carnegie Mellon University). Reconocimiento del Habla Continua. HAL 9000.

Las primeras soluciones se presentaron en los años 70`s “El mundo probabilístico”:

- Reconocimiento de palabras aisladas.
- IBM: desarrollo de proyectos de reconocimiento de grandes vocabularios.
- Gran inversión en los EE. UU.: proyectos DARPA: Con este objeto más o menos en mente, se lanzan grandes proyectos de investigación en los que se pretende llegar a las menores restricciones gramaticales posibles de las frases a reconocer, así como del léxico utilizado. Son varios los países en los que se comienza a trabajar en proyectos de ésta índole (Japón, Francia, etc.), pero es en EE.UU. donde se lanza, en 1971, el mayor proyecto conocido en la historia del reconocimiento del habla. Se trata del <<ARPA-SUR>> Advanced Research Projects Agency – Speech Understanding Research), con un presupuesto de quince millones de dólares y una duración de cinco años.
- Sistema HARPY (CMU), primer sistema con éxito

Reconocimiento del Habla Continua: años 80`s. Expansión, algoritmos para el habla continua y grandes vocabularios

- Explosión de los métodos estadísticos: Modelos Ocultos de Markov.
- Introducción de las redes neuronales en el reconocimiento de voz.
- Sistema SPHINX.

Comienza el negocio: años 90's - Primeras aplicaciones: computadoras y procesadores baratos y rápidos.

- Sistemas de dictado.
- Integración entre reconocimiento de voz y procesamiento del lenguaje natural.

Una realidad: años 2000 Integración en el sistema operativo

- Integración de aplicaciones por teléfono y sitios de Internet dedicados a la gestión de reconocimiento de voz (Voice Web Browsers).
- Aparece el estándar VoiceXML.

5.4. Modelos Ocultos de Markov

Aunque a finales de los años 60 fueron desarrollados los modelos ocultos de Markov (HMM, del inglés Hidden Markov Model) y que en realidad fueron comienzan a aplicarse en los 80, constituyen una de las herramientas más utilizadas para el reconocimiento de voz. Pero no es hasta las 90 donde estos modelos comienzan a mostrar su completo potencial.

Los modelos ocultos de Markov (MOM) constituyen una de las técnicas que se ha utilizado con más éxito en el reconocimiento automático del habla (RAH). Esto se debe principalmente, a que esta técnica ha permitido modelar adecuadamente la gran variabilidad

en el tiempo de la señal de voz. En la terminología del RAH, con MOM suele hacerse referencia no solo a la técnica de los modelos ocultos de Markov propiamente dicha, sino también a una larga lista de adaptaciones y técnicas asociadas que se fueron incorporando para solucionar el problema de RAH.

5.4.1. Definición

Los Modelos Ocultos de Markov (MOM) son autómatas abstractos de estados finitos que permiten modelar procesos estocásticos, donde la ocurrencia de los estados está asociada con una distribución de probabilidad y donde las transiciones entre los estados están gobernadas por un conjunto de probabilidades llamadas probabilidades de transición de estados. En un estado particular, una observación se genera también de acuerdo a una distribución de probabilidad. Los estados no son visibles en general y su ocurrencia depende del estado en el instante anterior, de ahí el nombre de MOM (García, 2001; Peinado, 1994; Deller et al., 1993).

5.4.2. Origen de los MOM

El origen de los MOM se da en los años cincuenta del siglo pasado, cuando un grupo de investigadores trabajaban en el problema de caracterizar procesos estocásticos, sin embargo no contaban con suficientes observaciones (Deller et al., 1993). Entonces surgió la idea la cual implicaba modelar un proceso estocástico como un proceso estocástico doble, en el cual se realizaba un primer proceso (llamado el proceso oculto), el cual daba origen a un segundo proceso (Denominado el proceso observado). Los procesos finalmente se caracterizaban utilizando únicamente el proceso que se podía observar (Deller et al., 1993).

De la resolución de este problema surgió el algoritmo que fue identificado que actualmente se conoce como el algoritmo de Máxima Estimación ME (Deller et al., 1993). Después en los primeros años de la década de los setenta se desarrolló un caso especial del algoritmo de ME este servía para estimar los parámetros de los MOM, el F-B (por las siglas en inglés Forward- Backward) también denominado algoritmo de re-estimación “Baum-Welch”, denominado así en honor a sus creadores (Deller et al., 1993, Kanungo, 1998; Rabiner, 1989).

5.4.3. *Utilidad de los MOM*

Los sistemas actuales están basados en general en producir salidas de datos que pueden ser tratados como señales. Estas señales se pueden considerar de naturaleza discreta (Por ejemplo, El resultado del lanzamiento sucesivo de un dado) pero también pueden ser de naturaleza continua (Por ejemplo, las señales eléctricas que se producen bajo determinados ambientes). De esta forma estas también pueden ser estacionarias o no estacionarias según varíen o no sus propiedades estadísticas a través del tiempo y pueden estar corrompidas o no por otras señales que se encuentren en su entorno (Kanungo, 1998; Rabiner, 1989). De esta forma, existe el problema fundamental de crear algún modelo para estas señales que tenga como finalidad de que a partir de estas se puedan describir teóricamente, similar, controlar y construir los procesos que generan estas señales.

Los modelos basados en señales se pueden clasificar en dos categorías: “Determinísticos” y “Estocásticos”. Los Determinísticos por lo general explotan las propiedades que son conocidas de las señales, mientras que los Estocásticos únicamente se intenta modelar las propiedades estadísticas de la señal los MOM caen en esta última categoría.

Para tener una idea más completa del uso de los MOM hay que revisar el experimento que se describe a continuación:

Imagine que hay un salón y que en alguna parte de este se encuentran un conjunto de cajas y esferas, además en el mismo salón hay un grupo de personas. Las personas se encuentran separadas de las cajas y esferas por una cortina, en otras palabras, las personas no pueden ver esos objetos. Además de esto hay que suponer que existen un número N de cajas que se encuentran numeradas y cada caja contiene un determinado número de esferas de colores. También hay que considerar que hay K distintos colores para las esferas.

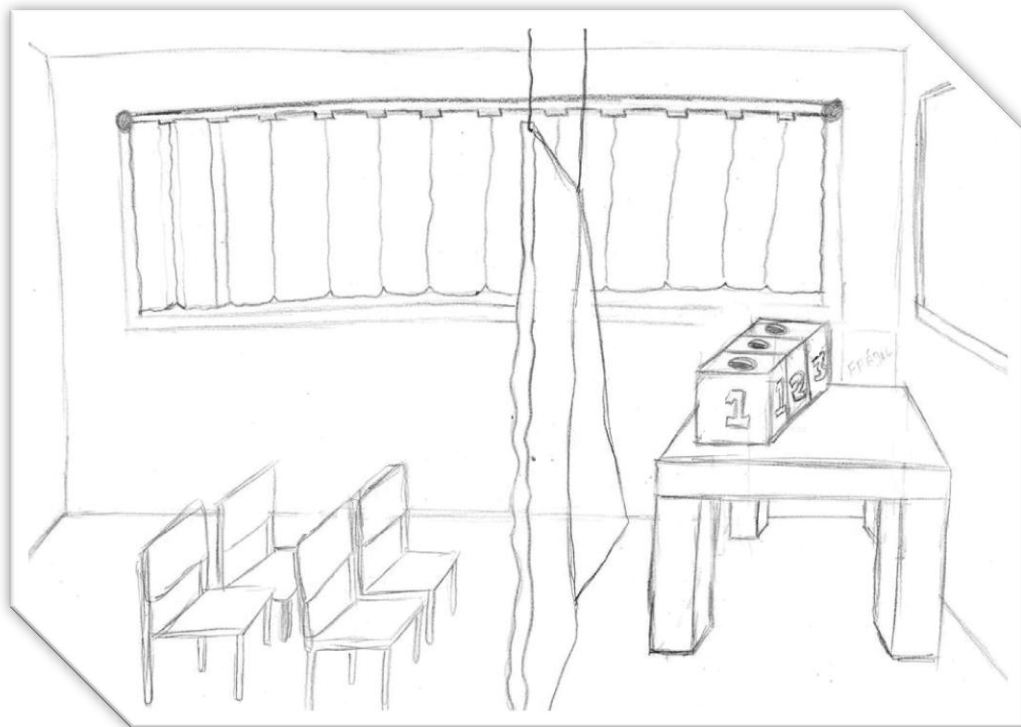


Ilustración 5.1: Ejemplo MOMO 1 Fuente: Elaborado por Francisco Tijerina

A continuación se presenta lo siguiente: una persona denominado El Mago entra al salón donde se encuentran los objetos mencionados y escoge una caja al azar, la caja inicial.

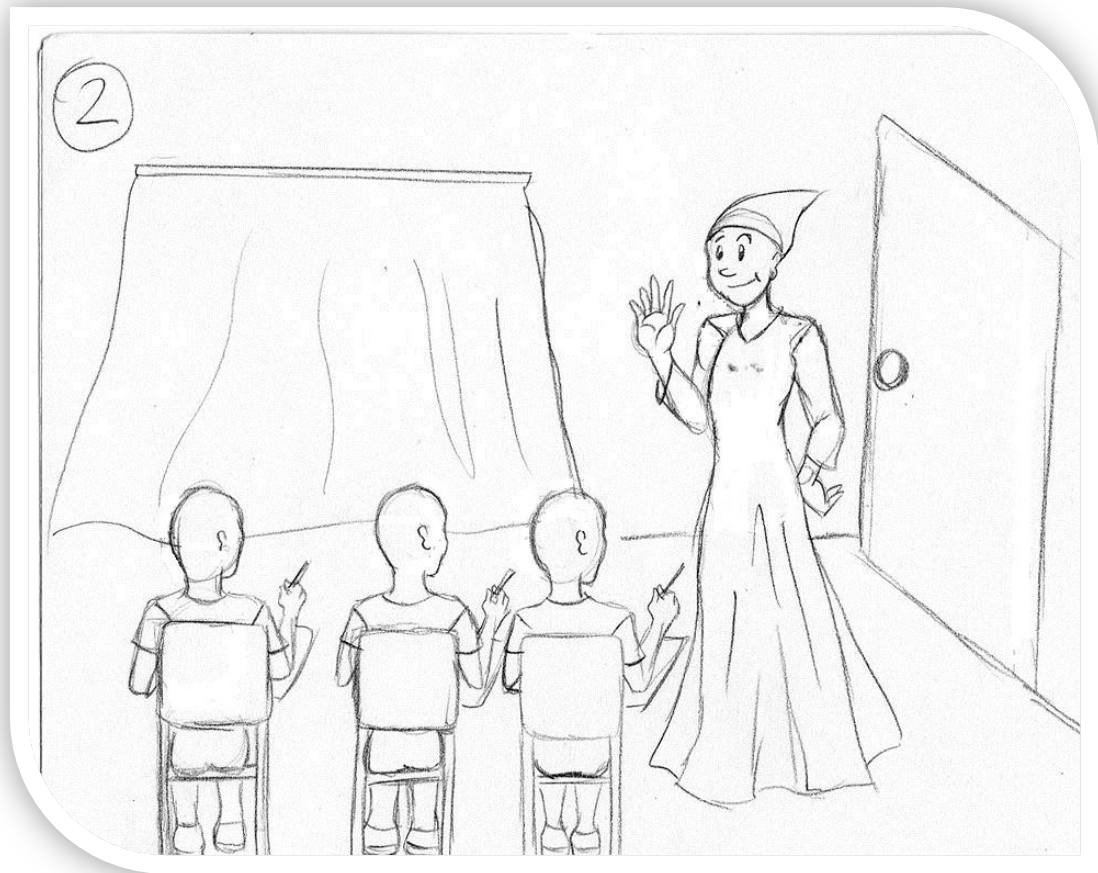


Ilustración 5.2: Ejemplo MOM Fuente: Elaborado por Francisco Tijerina

De esta caja toma una esfera al azar y la muestra por encima de la cortina al grupo de personas; las personas toman nota del color observado.

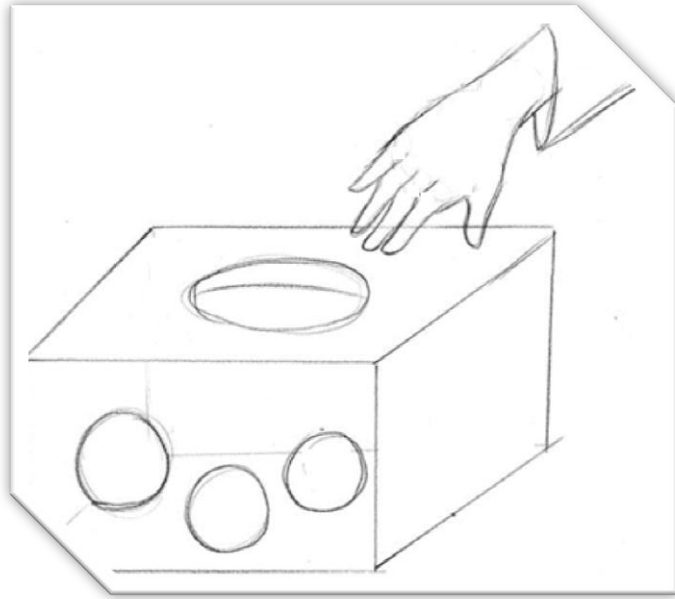


Ilustración 5.3: Ejemplo MOM Fuente: Elaborado por Francisco Tijerina

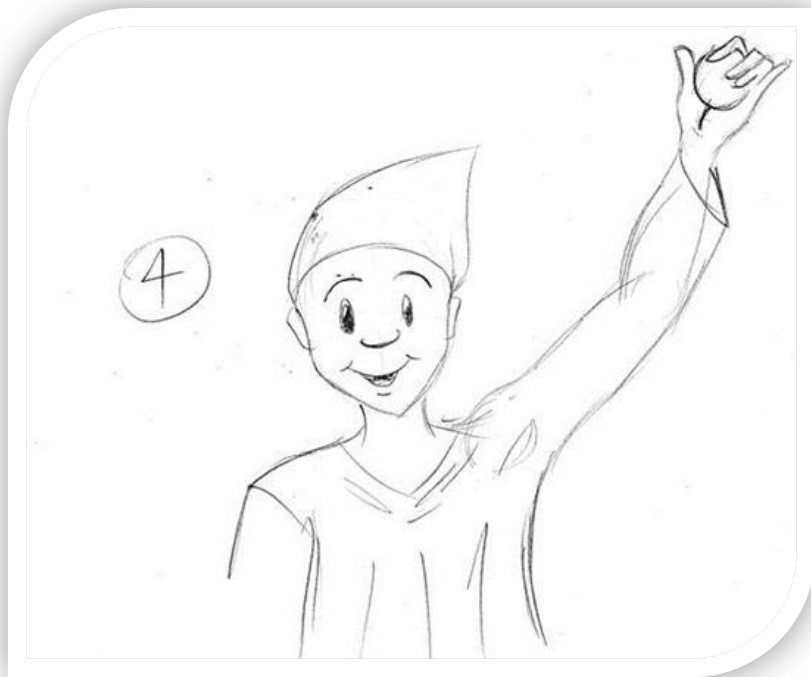


Ilustración 5.4: Ejemplo MOM Fuente: Elaborado por Francisco Tijerina

El mago coloca la esfera en la caja de donde fue extraída. A continuación selecciona una nueva caja aleatoriamente y toma una esfera como lo hizo anteriormente al seleccionar la primera, y toma una esfera y la muestra al público, las personas anotan el color observado.

Al repetir el procedimiento en diversas ocasiones se podrá observar una secuencia finita de observaciones de colores, constituyen una realización del proceso observado. En este punto se da a notar que existe un proceso aleatorio oculto que da origen a ese proceso observado; ese proceso aleatorio oculto es el proceso aleatorio con el cual fueron seleccionadas las cajas, en otras palabras la gente realmente no sabe de qué caja o cajas provienen las esferas de colores, sin embargo se dan cuenta que ocurre una realización al estilo:: caja 1, caja 3, caja 6, caja 7, caja 1,, caja 4; que no pueden observar, pero que da origen a la realización observada de colores del tipo: azul, rojo, azul, verde, verde,....., rojo.

Los siguientes son ejemplos de posibles secuencias de observación del modelo de las cajas y las esferas:

O1 = (amarillo, verde, azul, verde, rojo, amarillo, naranja, rojo, verde, azul, amarillo),

O2 = (amarillo, rojo, verde, rojo, azul, naranja, verde, rojo, azul, amarillo, rojo, verde),

O3 = (rojo, azul, amarillo, rojo, azul, verde, rojo, amarillo, naranja, naranja, verde, rojo),

O4 = (rojo, verde, naranja, rojo, rojo, azul, verde, amarillo, azul, rojo, verde, rojo).

El alfabeto es:

Σ = verde, azul, rojo, amarillo, naranja

Los estados ocultos son:

$$Q = \{1,2,\dots,N\}$$

Un MOM permite modelar este tipo de experimento partiendo de la secuencia de salidas observadas.

El primer problema consiste en decidir cuál proceso es representado por los estados y después decidir cuantos estados pueden estar en el modelo. El HMM más simple que corresponda al comportamiento de este proceso es aquel en el cual cada estado representa una caja específica y cada color representa un posible símbolo de observación. Por cada estado se define una probabilidad de extraer una esfera (color) y una probabilidad de pasar a la siguiente urna.

Los colores de las esferas dentro de cada caja pueden o no ser los mismos y pueden existir números diferentes de esferas de cada color en cada caja. Por lo tanto, una observación aislada de un color en particular no dice inmediatamente de cuál urna procede.

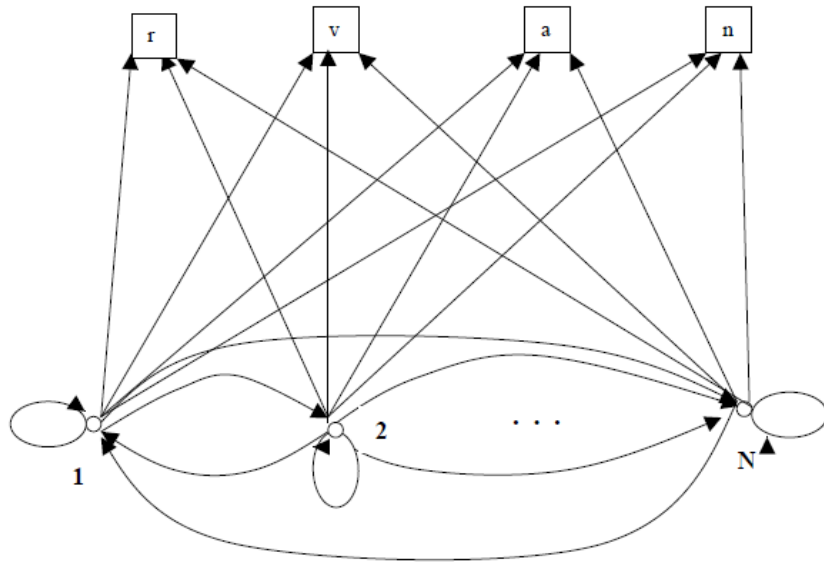


Ilustración 5.5: Arquitectura del grafo del modelo de cajas y esferas

5.4.4. *Un MOM consiste formalmente de los siguientes elementos:*

- El número de estados del modelo, N . En los MOM los estados se encuentran ocultos en general (son muy difíciles de definir), sin embargo, para algunas aplicaciones prácticas tienen significado físico. En el experimento mencionado, los estados corresponden a las cajas numeradas.

- El conjunto de los estados, $E=\{1,2,\dots,N\}$.
- El proceso aleatorio de los estados, x . La secuencia de estados es el primero de dos procesos aleatorios asociados con un MOM.
- Las variables aleatorias asociadas al proceso aleatorio de los estados, $x(t)$.
- El número de símbolos distintos que pueden ser observados en los estados (el número de los distintos colores de las bolas del experimento descrito), K .

- El conjunto de los símbolos distintos, $V=\{1,2,\dots,K\}$ (los distintos colores de las bolas del experimento descrito).
- La longitud de la secuencia observable, T .
- La probabilidad de ocurrencia del estado i al inicio del experimento,

$$\tilde{O}(t)=[p(x(t)=i)] \text{ en } t=1.$$

- La matriz de probabilidades de transición de estado, $A [a(i/j)]$.
- La probabilidad de que ocurra el estado i en el instante t , dado que en $t-1$ ocurrió el estado j , $a(i/j)= P(x(t) = i / x(t - 1) = j)$, para $1 \leq i, j \leq N$ y t arbitrario.

Las filas de A suman 1 debido a que en cualquier instante t ocurre una transición. Se asume que las $a(i/j)$ son independientes del tiempo, es decir, no cambian durante el experimento.

La secuencia de las observaciones se moldean como un proceso estocástico y (el segundo proceso aleatorio), con variables aleatorias, $y(t)$, independientes e idénticamente distribuidas. Se asume que en un estado i , en un instante t , se genera una observación.

- La secuencia observada, $y=\{y(1),y(2),\dots,y(t),\dots,y(T)\}$ (la secuencia de colores observados en el experimento descrito).
- El símbolo observado en el instante t , $y(t)$ (el color observado en el instante t).
- La matriz de probabilidades de las observaciones, $B [b(y(t)/i)]$.
- La probabilidad de que ocurra el símbolo u observación $y(t)$ en el estado i , en el instante t , $b(y(t)/i)= p(y(t)= y(t)/ x(t)=i)$.

Las probabilidades de las observaciones dependen del estado y son independientes de t . Las filas de la matriz B suman 1 debido a que siempre se genera una observación en el estado i en cualquier instante t .

En sentido formal un MOM comprende la siguiente estructura matemática:

$$m = \{E, \tilde{O}(1), A, B\} \quad (1)$$

Bajo la condición de no preocuparnos por la historia de la secuencia de estados, dicha secuencia aleatoria (de primer orden) es un proceso Markoviano (Rabiner, 1989; Juang y RabinerS/F).

6. SISTEMAS DE INFORMACION HOSPITALARIOS Y EL RECONOCIMIENTO DE VOZ

6.1. Resumen

En este capítulo se presenta la definición de un sistema de información hospitalaria y su relación con las diferentes áreas del hospital, sin pasar por alto algunas de las características que se deben considerar a la hora de realizar un desarrollo de software de un sistema HIS, por ultimo hago mención de los software de reconocimiento de voz en el ramo medico más conocidos como lo es el Dragon Medical producido por Nuance y el M*Modal.

6.2. Introducción

México está inmerso en una sociedad globalizada que demanda comunicación y que en todo momento intercambia y comparte información. Ante esta realidad, han surgido nuevas tecnologías, herramientas y lineamientos que facilitan mediante su implementación y uso, el fortalecimiento de la sociedad de la información. Una de estas herramientas son los denominados sistemas de información hospitalaria (HIS).

Según el manual de Expediente Clínico Electrónico publicado por la secretaria de salud en México un Sistema de información Hospitalaria es un sistema integral de información el cual ha sido diseñado para gestionar, diversos aspectos de una organización de salud tales como lo son los financieros, clínicos y operativos.

En otras palabras un HIS es una herramienta informática, la cual ayuda a la gestión hospitalaria, desde llevar la agenda de citas, gestión de camas, registro de pacientes,

Imagenología (PACS), el historial del paciente, el control de la farmacia, cuneros, Almacenes generales, urgencias, entre otros. Permitiendo la optimización de los recursos humanos y materiales, además de minimizar los inconvenientes burocráticos que enfrentan los pacientes.

Todo sistema de información hospitalaria genera reportes e informes dependiendo el área o servicio para el cual se requiera, dando lugar a la retroalimentación de la calidad de la atención de los servicios de salud.



Ilustración 6.1: Sistema de Información Hospitalaria Fuente: catalogo CMR

A continuación se nombran algunas de las líneas que han sido consideradas al desarrollar e implementar un HIS:

- La primera de ellas es el paso de tener un expediente clínico en formato convencional esto es físico (De papel) a tener un expediente electrónico. El hecho de que los expedientes clínicos se almacenaran en físico trae como consecuencia la necesidad de un espacio que con el paso del tiempo se va haciendo cada vez más grande, otro de los problemas es el alto costo en el uso de papel y el impacto que este tiene el medio ambiente, pero el impacto que tiene hacia el paciente es el hecho de que si por accidente se perdía, traspapelaba o era dañado, era muy difícil de recuperar el historial clínico del paciente.
- Por otro lado al tener los datos digitalmente hablando, es posible la generación de estadísticas, que pueden ser de gran utilidad para los temas médicos (epidemiológicas, cantidad de nacimientos, etc.). Esto es una ventaja para la toma de decisiones de los altos mandos de los organismos de salud.
- Incluir a los pacientes como usuarios del HIS, donde en el sistema se tiene a los pacientes, su historial médico, vacunas, estudios hechos con anterioridad , reportes, manteniendo todo de forma electrónica, fácil de consultar para las personas con los permisos pertinentes en el sistema.

Una vez que una empresa desarrolladora de sistemas de información hospitalaria cuenta con un HIS, es buena la búsqueda de la optimización del mismo, y dado que los médicos son personas con muchas ocupaciones, es preciso que la cantidad y calidad del tiempo que le dediquen a un paciente sea mayor a la cantidad de tiempo que le dedican a

redactar, escribir o manipular un reporte o el sistema de información. De aquí la importancia de desarrollar un módulo de reconocimiento de voz.

Un PACS es un sistema de almacenamiento y distribución de imagen. Esta definición corresponde a la traducción literal de sus siglas Picture Archiving and Communications System. Normalmente asociamos este sistema a Radiología, debido a que este servicio es el principal generador de imagen de un hospital y además el de mayor consumo.

6.3. Aplicación del reconocimiento de voz en el ramo medico

Existen diversos sistemas de información hospitalaria en uso en nuestro país, sin embargo en cuanto a reconocimiento de voz los mejores desarrollos son los de Dragón Medical y MModal, por su alto desempeño en cuanto a reconocimiento de voz se refiere. Partiendo de esto, Dragón Medical cuenta con soporte y una versión de reconocimiento en español mientras que MModal no cuenta con esta característica. Aparte de ser una aplicación estable es por esta razón que la mayoría de los sistemas de información hospitalaria en español cuentan con el desarrollo de Dragón Medical, sin embargo hay otro factor que afecta y es el hecho de que implementar una solución con alguno de estos dos proveedores es excesivamente caro es por esto que las compañías se ven en la necesidad de buscar otras alternativas para la implementación del reconocimiento de voz.

6.3.1. Dragón Medical:

Según Mert Oz Gerente de Productos de Nuance (Entrevista a Mert Oz, 2012) Uno de los principales problemas al que los hospitales se enfrentan en la actualidad enfrentando es la usabilidad de sus procesos de documentación. Y la única forma de que los médicos atiendan los requerimientos elevados de trabajo en el ambiente hospitalario es gastar el

mínimo de tiempo posible en generar la información, crear información, o buscar datos. El reconocimiento de voz puede contribuir de manera significativa para un flujo de trabajo más racionalizado y eficiente, y a la vez dejando más tiempo para el proceso asistencial del paciente.

Dragón Medical. El programa de reconocimiento de voz Dragón Medical, es líder en el mercado mundial. Dragón facilita el proceso requerido en las historias médicas digitales, ahorrándole a doctores y clínicas una gran cantidad de dinero en transcripciones y personalizando más las consultas con los pacientes. Con este programa no se necesita pulsar la información, los reportes se dictan directamente al computador y todo aparece automáticamente en la pantalla.

Dragón Medical Es una aplicación de escritorio desarrollada por Nuance que permite el reconocimiento de voz la cual utiliza como base Dragón Dictator para su funcionalidad. Pertenece a la compañía Nuance, y como principales ventajas competitivas que se mencionan en la página donde se comercializa son: “Crea tus propios informes Médicos con tu voz” y “habilite su sistema de información con su voz”, otra de estas ventajas y slogan es Olvidarse del teclado y dedicarle más tiempo a los clientes” así mismo una de las ventajas que nos muestra esta compañía es la presentación de este producto en idioma español.



Ilustración 6.2: Dragon Medical Fuente DragonMeicall.com

Nuance Healthcare, es una división de Nuance Communications, la cual proporciona a los médicos el reconocimiento de voz en cualquier momento y desde cualquier ubicación del centro sanitario.

Nuance Healthcare permite a los profesionales de la asistencia sanitaria captar e introducir los datos clínicos de forma precisa y rápida, utilizando su propia voz, en 22 idiomas. Más de 10.000 organizaciones sanitarias y 450.000 médicos en todo el mundo confían en las soluciones de voz de Nuance.

PRINCIPALES VENTAJAS

Dragon Medical cubre 23 especialidades y subespecialidades médicas. Dicte con confianza utilizando el vocabulario específico de su especialidad

Dragon Medical ofrece comandos vocales que sustituyen acciones del ratón y el teclado

Dicte, modifique y finalice sus documentos de una sola vez

Dicte directamente en su software de gestión

Utilice su propia terminología

Facilite la implantación y el uso efectivo del historial informatizado del paciente

Reduzca los gastos de transcripción

Acabe sus informes más rápidamente

Comparta información médica en tiempo real con sus compañeros

Redacte informes de alta médica sin demora y reduzca el tiempo de hospitalización

Dedique más tiempo a sus pacientes

Tabla 6.1 Ventajas Competitivas de Dragón Medical

6.3.2. Gestión Médica:

Según la página web del proveedor “Gestión Médica” es una herramienta que se encarga de la gestión de consultas individuales, multi-consultas, un calendario personalizado en el cual cada usuario puede adaptar dependiendo de sus vacaciones, congresos.

Este sistema cuenta con un módulo de reconocimiento de voz según el sitio web especializado en reconocer palabras técnicas de la jerga de la salud, le hará su gestión más fácil, haciendo posible que pueda dictar lo que sea necesario. Sin embargo este es una implementación del Dragon Medical



Ilustración 6.3: Logotipo Dragon Medical Fuente DragonMeicall.com

6.3.3. M-Modal

M * Modal es un proveedor líder de soluciones tecnológicas de la salud proveedor de documentación clínica avanzada, permitiendo a los hospitales y médicos enriquecer el contenido de los registros electrónicos de salud del paciente (EHR) así como mejorar la salud y la integridad de la facturación global. Es uno de los mayores proveedores de servicios de transcripción clínica en los EE.UU., con una red global de editores médicos, M * Modal también proporciona funciones avanzadas de comprensión del habla basado en la nube TM la tecnología y análisis de datos que permiten a los médicos y los clínicos incluir el contexto de sus relatos de pacientes en los registros de salud electrónicos en un solo paso, mejorando aún más la productividad y la eficiencia de ahorro de costes y la calidad de la atención al paciente en el punto de atención. M * Modal ha sido reconocida como una de las compañías tecnológicas de más rápido crecimiento en América del Norte, poniendo en el tercer lugar de la lista Deloitte Technology Fast 500 de 2012.

Es la competencia directa de Dragón Medical y posee diversas características, en su página se puede leer lo siguiente: Puede capturar lo que los médicos están dictando pero así mismo llena los reportes con los datos del paciente y de la clínica si es que estos están

disponibles en la base de datos del sistema. Entre las ventajas competitivas que ofrece es la rápida y correcta captura de los reportes que los médicos realizan, incrementando la productividad y la calidad con la que se atiende a un paciente.



Ilustración 6.4: Propaganda M-modal Fuente: M-Modal

7. COMPAÑÍA MEXICANA DE RADIOLOGIA “CMR”

La compañía Mexicana de Radiología (CMR) es una empresa ubicada en el parque Industrial la Noria en el municipio del Márquez del estado de Querétaro fue fundada en 1973. Es una empresa dedicada a la fabricación de equipos de rayos “X” para uso en diagnóstico médico, así como Sistemas de Archivo y Distribución de Imágenes Diagnósticas “PACS”. Además cuenta con una base instalada de más de 3,000 equipos fabricados en su planta de manufactura.



Ilustración 7.1: CMR. Fuente: Página oficial CMR

7.1. Misión

Fabricar equipo de radiodiagnóstico de alta calidad que contribuya al mejoramiento de la salud, en un marco de rentabilidad, impulsando la innovación tecnológica y el desarrollo profesional de nuestros trabajadores.

7.2. Visión

Para con sus clientes:

Ser el proveedor más reconocido y confiable en el campo de desempeño de nuestra empresa a través de un esfuerzo continuo en mejorar la calidad de nuestros productos y servicios.

Para con sus trabajadores:

Ser la mejor opción para laborar, conjuntando los intereses de la empresa y trabajadores, en un ambiente de trabajo profesional, agradable y retador con altos estándares de ética profesional.

Para con sus proveedores:

Ser la mejor oportunidad de negocio y crecimiento basado en altos estándares de calidad y servicio.

7.3.Plan estratégico de tecnología

Como parte de los planes de desarrollo y mejora de sus productos han implementado un plan estratégico de tecnología el cual es la base de operación de su modelo de innovación.

7.3.1. Las líneas de investigación y desarrollo en las que CMR participa son:

- Desarrollo de equipos de rayos X de uso médico diagnóstico de adquisición digital.
- Desarrollo de sistemas para el manejo de la imagen diagnóstica en forma digital.
- Este manejo comprende: conversión, almacenamiento, transmisión y manipulación.
- Para el óptimo desempeño de nuestras actividades de Investigación y Desarrollo contamos con los siguientes recursos:

7.3.2. Recursos humanos

Equipo de trabajo en el cual se conjunta el talento, la experiencia, compromiso y creatividad de ingenieros de desarrollo en el área de ingeniería mecánica, electrónica y sistemas computacionales.

7.3.3. Instalaciones y equipamiento

Cuentan con instalaciones para áreas especializadas en ingeniería de diseño electrónico, control y potencia, diseño mecánico, laboratorio de imagenología, fabricación de prototipos y laboratorios de evaluación de producto.

7.4. Modelo de Gestión Tecnológica

Cuentan con un Modelo propio de Gestión de Tecnología, el cual les permite desarrollar productos innovadores con alto contenido tecnológico, siguiendo procesos en forma explícita, sostenida y sistemática.

CMR fue distinguida con la Onceava Edición del Premio Nacional de Tecnología, máximo reconocimiento otorgado por el Gobierno Federal mexicano a empresas en el ramo tecnológico.

7.4.1. Vinculación institucional

En CMR conjuntamos el trabajo de universidad y empresa para el desarrollo de nuestras actividades de desarrollo. Para tal efecto, hemos emprendido proyectos de investigación y desarrollo de nuevos productos con instituciones como el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada del Instituto Politécnico Nacional (CICATA-IPN), el Centro de Tecnología Avanzada (CIATEQ), y la Universidad Autónoma de Querétaro.

Con el mismo fin, CMR participa activamente en los programas para el fomento de la investigación y desarrollo tecnológico auspiciados por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Con lo anterior CMR ha incorporado la experiencia y conocimiento de Centros de Investigación Avanzada, para incorporar en sus productos lo más reciente de la tecnología.



Ilustración 7.2: Cubículos de trabajo y laboratorios de pruebas en CMR.

8. PROYECTO: “Transferencia tecnológica a hospitales de un módulo de reconocimiento de voz desarrollado para Sistema de Información Hospitalario bajo el esquema de triple Hélice. Caso CMR”

8.1. Resumen:

En este capítulo se detalla el planteamiento del problema, así como las 5 etapas por las cuales ha tenido que pasar el proyecto. El módulo de reconocimiento de voz pertenece a un proyecto más grande, aun así ha pasado por las 5 diferentes etapas, desde la concepción de la idea, la búsqueda de fondos, la generación de equipos de trabajo y estrategias, el desarrollo del proyecto, las primeras pruebas, la transferencia tecnológica. Por otro lado se describe el modulo realizado de reconocimiento de voz y sus diferentes características. y uno de los componentes que se utilizaron para la generación de este módulo: el reconocimiento de voz de Windows.

8.2.Planteamiento del problema

Mantenerse como una empresa competitiva en el ramo del diagnóstico por imágenes es uno de los principales objetivos que CMR se plantea como empresa, como se ha mencionado con anterior CMR en los últimos años ha puesto la mirada en el desarrollo de software Medico que ayuda a gestionar hospitales, pero también al desarrollo de aplicaciones que ayuden a los médicos especialistas a realizar diagnósticos con la mayor precisión posible, y brindándoles las herramientas que estos requieren para realizar un diagnóstico oportuno. En este entendido estar siempre a la vanguardia tecnología y gracias a una investigación de mercado, se ha visto la necesidad de implementar un módulo de reconocimiento de voz, con el cual los médicos se pudieran apoyar para optimizar el tiempo que estos invierten en la creación de reportes, o la manipulación del sistema de información, o del PACS.

El módulo de reconocimiento de voz ha sido el resultado del trabajo conjunto de equipo de la Universidad Autónoma de Querétaro y el equipo de trabajo de CMR, todo esto gracias a Fondos CONACYT convirtiendo el proyecto en un proyecto basado en el esquema de la triple Hélice.

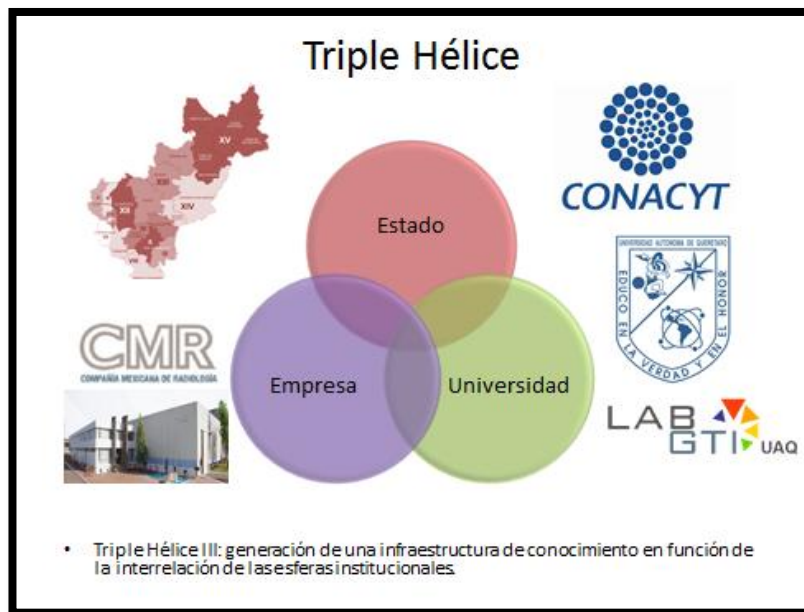


Figura 8.1: Triple Hélice: CMR, CONACYT, UAQ

8.3. Etapas del proyecto

Tomando el modelo representado por el libro “Gestión Tecnológica en esquemas de triple hélice”, para el laboratorio en Gestión de la tecnología se puede presentar las diferentes etapas por las que el proyecto que se plasma en esta tesis ha pasado. Presentando en la figura número 10.

Etapas 1: Ideas: En primer instancia la generación de la idea, la idea del reconocimiento de voz surge por parte de la empresa CMR para hacerle frente a otros

sistemas de gestión hospitalaria que actualmente ya cuentan con soluciones implementadas de reconocimiento de voz. De tal forma que para hacerle frente realiza el dialogo con personal del LabGTI.

Etapa 2 Búsqueda de Recursos: En esta etapa, se realiza un propuesta del proyecto, ante el consejo nacional de ciencia y tecnología en la cual se comprende, el análisis de mercado la planeación del proyecto, la definición de actividades por cada una de las partes, así como los posibles integrantes de cada equipo de trabajo. Cabe mencionar que este proyecto es un pequeño modulo dentro de un gran proyecto.



Figura 8.2 Etapas del Proyecto Fuente: Adaptación a la metodología

Etapa 4: Estrategias: Una vez que se obtienen los fondos se debe trabajar en la elaboración del proyecto sin embargo, hay algunos detalles que se deben poner en claro, quien va a hacer que, cuando se hará qué cosa, es decir, se definen tareas específicas para cada parte, por otro lado se definen los equipos de trabajo así como los días de junta para

revisión de avances así mismo se definen los espacios de trabajo ya sea dentro de la UAQ o dentro de CMR. En este caso el representante técnico del proyecto de CMR es el Ing Felipe Cuaranta y por parte de la UAQ es el M.I. y M.A Juan Manuel Peña teniendo como colaboradores al M. Luis Rodrigo Valencia Pérez, el Doctor Alberto Pastrana, y el Mtro. Alberto Lamadrid, y como responsable del desarrollo Hiliana Carolina Torres, en la parte de desarrollo también se contó con la colaboración de como desarrollador de software el Ing. Ezequiel Ríos y otros alumnos de la facultad de informática.

Etapa 3: Desarrollo del proyecto: para el desarrollo del módulo de reconocimiento de voz, tanto CMR como la UAQ conjuntaron sus talentos para realizar el análisis de las tecnologías que podían hacer realidad el reconocimiento de voz implementado al sistema de información hospitalario con el cual contaba CMR entre las opciones estaba implementar una herramienta ya probada, sin embargo a pesar de que en términos de reconocimiento era la mejor el costo era excesivo para los modelos Mexicanos, es por esto que quedó descartado el Dragon Medical de Nuance, entonces se decidió la compra de una librería desarrollada por una empresa Mexicana, tomando como ventaja el precio, los componentes, su fácil implementación, el soporte técnico, y principalmente empresa Mexicana.

Dado que el sistema de información hospitalario que ha desarrollado CMR trabaja bajo la plataforma de Windows, se aprovecharon las características que posee Windows, como es su reconocimiento de voz, más la librería que funcionaría de intermediario entre Windows y el HIS.

Una vez decididos todos los elementos se procedió a desarrollar el módulo de reconocimiento de voz, el mismo fue codificado por integrantes de la Compañía Mexicana

de Radiología, y por su puesto Integrantes de la UAQ, Si bien trabajar en equipo es complicado por la diversidad de los caracteres que poseen las personas se ha logrado llegar con el esfuerzo conjunto a la primera versión del módulo de reconocimiento de voz.

Etapa 4: Pruebas: Las primeras pruebas que se realizaron del módulo de reconocimiento de voz las realizó la Tester de la Compañía Mexicana de Radiología, arrojando, los primeros detalles a corregir, estos detalles han sido detectado a tiempo, en la primera fase el reconocimiento de voz se realizaba correctamente y se ejecutaban los comandos en el sistema de reconocimiento de voz correctamente, sin embargo no había forma de saber cuál era el texto reconocido, o que comando se había reconocido, por lo tanto era difícil para el usuario final, detectar si el reconocedor de voz había hecho su trabajo correctamente. Gracias a esto se implantó un pequeño indicador de reconocimiento. Una vez realizadas las primeras pruebas, se procedió a realizar las pruebas con médicos en un centro de diagnóstico de la ciudad de Querétaro, y nuevamente tomando en cuenta las observaciones realizadas por las doctoras, se han realizado algunas modificaciones y se agregan nuevas herramientas al módulo.

Etapa 5: Transferencia Tecnológica: En todo el desarrollo del proyecto la comunicación con la empresa CMR fue crucial, ya que evita el desarrollo de cosas innecesarias o equivocadas, por otra parte ellos están al tanto de la funcionalidad y de la implementación. Para la parte de la transferencia tecnológica, se ha desarrollado la presentación de power point con fines de mercadotecnia, así como los diferentes manuales de usuario y la documentación pertinente. Incluso con algunos médicos se ha instruido de cómo se utiliza con la finalidad de obtener sus puntos de vista y hacer mejoras. En el

próximo capítulo se detalla más sobre la transferencia tecnológica del módulo de reconocimiento de voz

8.4.Descripción del módulo de Reconocimiento de voz:

El módulo de reconocimiento de voz es una herramienta que combina diversas tecnologías y que da como resultado la manipulación de un sistema HIS a través de comandos de voz, esto es permite que el usuario controle el sistema sin la necesidad de utilizar el teclado de la computadora. Así mismo le permite al usuario redactar reportes con la terminología, medica correcta, y con un alto grado de asertividad en el reconocimiento de voz.

En la primera fase de desarrollo se han implementado 71 comandos que en conjunto permiten la manipulación del sistema HIS básico, los comandos que se han utilizado en esta primera etapa son de dos tipos los de aplicación: aquellos que pueden ser utilizados en cualquier parte del sistema, como por ejemplo:

- Despertar: se utiliza para habilitar el reconocimiento de voz
- Dormir: el cual sirve para desactivar el reconocimiento
- Cerrar, sirve para cerrar cualquier ventana activa en la cual se encuentre el usuario.
- Cerrar Aplicación: obviamente cierra la aplicación.

Al realizar la selección de las palabras que se utilizarían como comandos se analizó estratégicamente la selección de la palabra ya que los comandos debían cumplir con ciertas características como por ejemplo: que fueran intuitivos, fáciles de recordar para el usuario del sistema y que constaran de no más de dos palabras.

Aparte de la manipulación de la aplicación el módulo de reconocimiento de voz cuenta con las funciones de:

- Importar y Exportar perfil
- Exportar e Importar Léxico
- Agregar palabras al diccionario desde un archivo RTF
- Agregar palabras al diccionario
- Funcionalidad para dictado en los reportes.

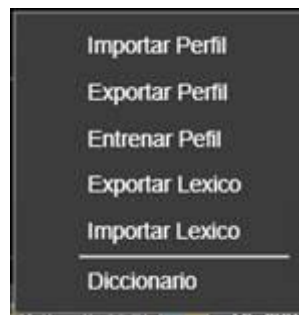


Ilustración 8.1: Menú Modulo de Reconocimiento de voz Fuente: Captura del Sistema desarrollado para CMR

Componentes del módulo de reconocimiento:

A continuación se detallan los componentes esenciales del módulo de reconocimiento de voz



Figura 8.3: Elementos del Módulo de Reconocimiento de voz, fuente: elaboración propia

- Lista de Comandos: es una serie de palabras especialmente pensadas cuya funcionalidad es hacer que el sistema realice cierta actividad en el momento de identificarse. Estos comandos han sido pensados de tal forma que sean intuitivos para los usuarios finales del sistema.

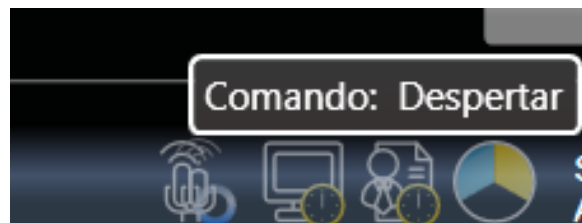


Ilustración 8.2: Modulo de Reconocimiento de Voz: Reconocimiento del comando Despertar. Fuente: Captura del Sistema desarrollado para CMR

- **Indicador de reconocimiento:** El indicador de reconocimiento es una herramienta la cual está mostrando en pantalla que es lo que se ha sido reconocido y procesado, puede ser un comando de voz, o puede ser solo texto, en ocasiones también es posible que solo se reconozca ruido.

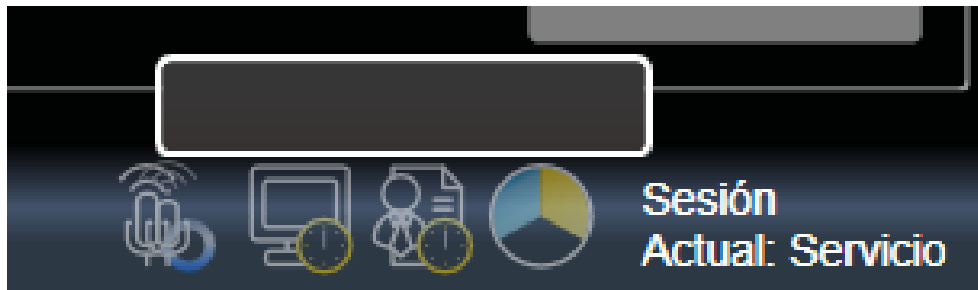


Ilustración 8.3: Modulo de Reconocimiento de Voz: Indicador de Reconocimiento.

Fuente: Captura del Sistema desarrollado para CMR

- **Indicador de nivel de Audio:** Esta herramienta indica que tan alto es el volumen del sonido que se está reconocido es decir el nivel de audio que la persona que se encuentra dictando palabras al reconocedor de voz



Ilustración 8.4: Modulo de Reconocimiento de Voz: Indicador: Fuente: Captura del Sistema desarrollado para CMR

- **Léxico o diccionario:** el léxico o diccionario es un listado de palabras las cuales se encuentran disponibles para que el reconocimiento de voz reconozca las palabras que se están pronunciando. Si una palabra es dicha por el usuario, y esta palabra no se encuentra el diccionario, el reconocimiento de voz, la identificará como otra palabra u otra serie de palabras que tengan una señal similar. Es importante que si no se reconoce la palabra se agregue al diccionario, pero antes de agregarla hay que verificar su existencia en este.
- **Perfil de Voz de usuario:** el perfil de voz es un archivo que guarda todas las características de la voz de una persona.

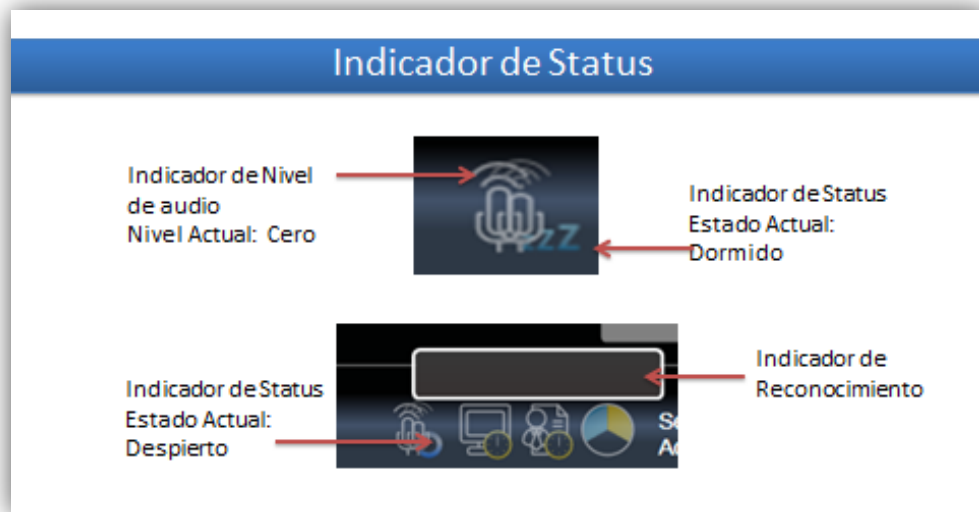


Ilustración 8.5: Módulo de Reconocimiento de voz: Indicador de Status. Fuente:

Captura del Sistema desarrollado para CMR

Para el desarrollo de este proyecto se ha utilizado la herramienta de reconocimiento de voz de Windows la cual se detalla a continuación:

8.5.Reconocimiento de voz de Windows

La herramienta de reconocimiento de voz de Windows aparece por primera vez en el sistema operativo Windows Vista denominada: Vista's Voice-recognition (VVR). Y de ahí en adelante ha sido incorporado en los siguientes sistemas operativos con los que se cuenta.

El reconocimiento de voz es una herramienta que puede procesar comandos dictados por un usuarios siendo esta capaz de interpretar estos comandos, por ejemplo “Abrir Microsoft Word” esto hará que automáticamente se abra el procesador de textos, “Inicio” abre el menú inicio y para activar y desactivar el reconocedor de voz se pronuncian los comandos “Activar Micrófono” y para activarlo, y para desactivarlo “Desactivar Micrófono”. En el caso de que se desee redactar un documento de Word es posible hacerlo simplemente hay que abrir a procesador de textos, activando el reconocimiento de voz y comenzar a dictar. En algunas ocasiones el reconocedor de voz no es muy exacto y es que no basta con activar el reconocimiento de voz también hay que tomar el tiempo necesario para entrenarlo de tal forma que cada vez se vuelva más exacto al comprender lo que el usuario dicta habla con rotadores.

Con los pasos siguientes lo que pasará es que se creará un perfil de voz para el usuario actual de Windows, este perfil, responderá a las características de la voz al cual sea personalizado, entrenado, y si otro usuario intenta dictar en esta sesión es probable que no reconozca tan exacto como lo haría con el usuario que se ha tomado el tiempo para entrenarlo.

A continuación se los pasos necesarios para habilitar el reconocimiento de voz, entrenarlo y agregar palabras nuevas:

Para activar el reconocimiento se debe habilitar la función, por lo cual es necesario ir al panel de control de Windows y buscar reconocimiento de voz, esto con la finalidad de iniciar el reconocimiento de voz

Después presiona **Iniciar el reconocimiento de voz**, para abrir el asistente de configuración.

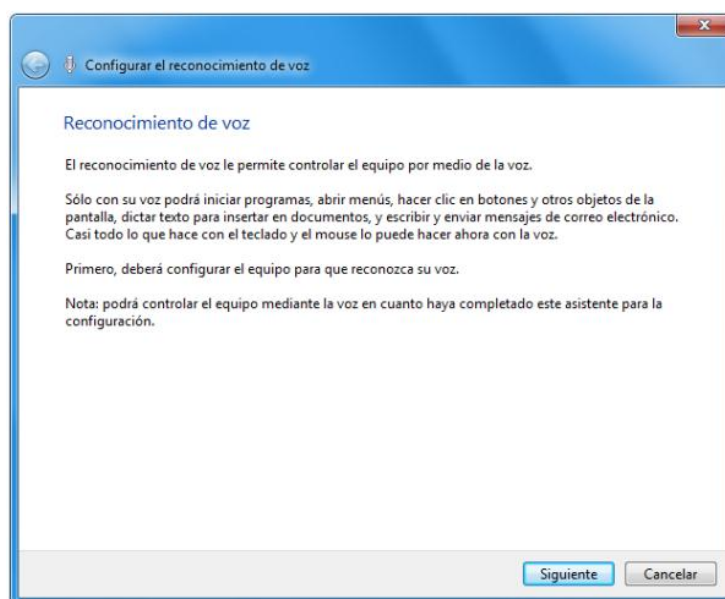


Ilustración 8.6: Reconocimiento de Voz de Windows: Configuración Fuente: Captura Pantalla de Windows

A continuación es necesario seleccionar el micrófono con el cual se dispone y calibrarlo:

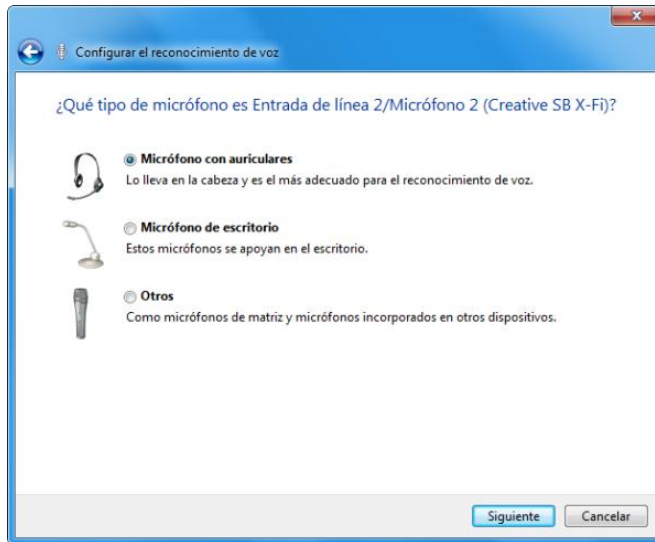


Ilustración 8.7: Reconocimiento de Voz de Windows: Selección de Micrófono. Fuente: Captura Pantalla de Windows

Para ajustar el volumen del micrófono es necesario leer un pequeño párrafo de tal forma que el asistente pueda configurar el perfil de voz.

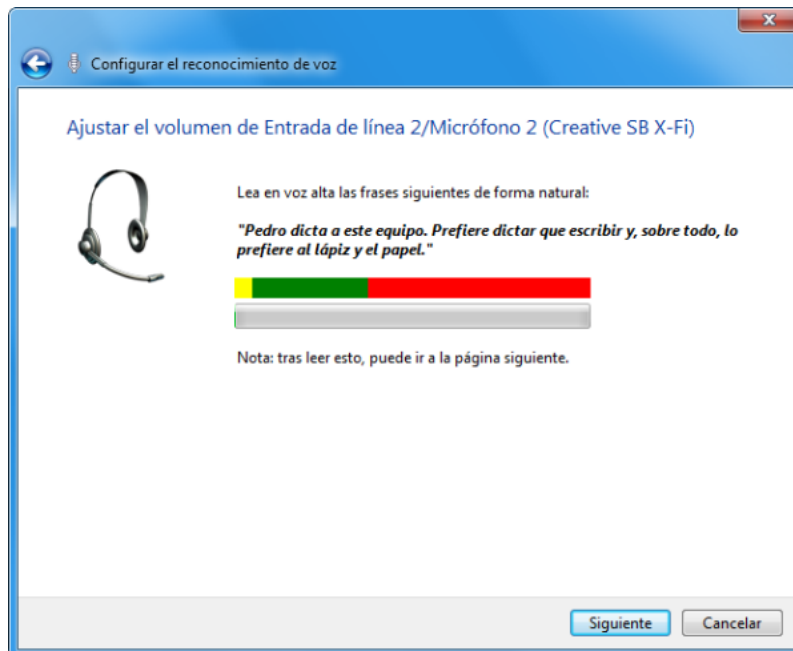


Ilustración 8.8: Reconocimiento de Voz de Windows: Ajustando el Micrófono Fuente:

Captura Pantalla de Windows

Para el resto de los pasos no hay mayor problema, simplemente es el tipo de activación del reconocimiento de voz es decir si deseas que sea manual es decir mediante algún atajo del teclado, o por voz esto sería pronunciando “Activar Microfono”, también se te solicitará permiso para analizar los documentos existentes en la computadora con la finalidad de obtener de ahí una lista de palabras y frases que tu comente utilizas.

Este es el control que te permitirá activar o desactivar el reconocimiento de voz así como también te presenta las acciones disponibles una vez dictado ya sea un comando o un texto para procesar como texto.

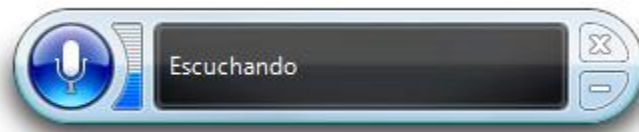


Ilustración 8.9: Reconocimiento de Voz de Microsoft Windows: Control de estado.

Fuente: Captura Pantalla de Windows

Sin embargo si solo se llega hasta este paso, al comenzar a dictar se puede notar que el reconocimiento de voz no es muy exacto y comete demasiados errores es por eso que es muy recomendable realizar el tutorial de entrenamiento y si es posible realizar el entrenamiento unas 3 veces.

El entrenamiento consiste en leer frases de modo que Windows aprenda a distinguir mejor tu forma de hablar. El proceso lleva unos minutos y como he mencionado anteriormente es recomendable realizarlo en repetidas ocasiones.

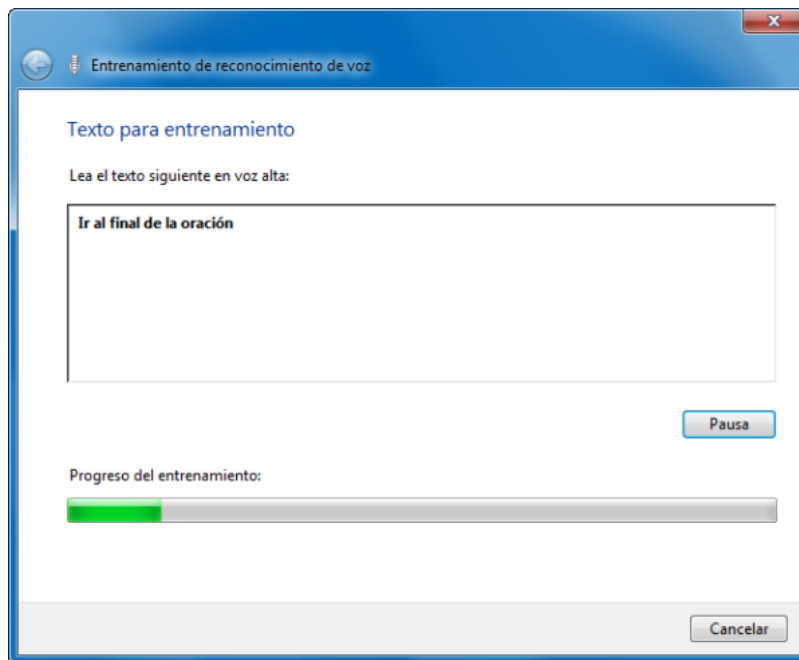


Ilustración 8.10: Reconocimiento de Voz de Windows: Entrenamiento. Fuente:

Captura Pantalla de Windows

Para mejorar lo que se el reconocimiento de voz también se puede enriquecer el diccionario, esto es agregando palabras nuevas que actualmente no contenga el diccionario, quitando o modificando algunas otras para que se reconozcan de una forma correcta.

9. TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA

Como se ha visto en los capítulos anteriores, es de vital importancia el lograr que un sistema sea lo más ágil y efectivo posible y más si se trata de situaciones hospitalarias que dan soporte a un gran número de personas en las regiones. Los usuarios de estos sistemas, o sea las personas que pueden usarlo son los médicos y los asistentes de ellos (enfermeras y enfermeros), pero en un caso óptimo también los pacientes vía web.

El Know-how de estos usuarios es alto pero en su especialidad, además cada día estos usuarios (médicos y asistentes) cuentan con niveles del manejo computacional y de redes sociales mucho más altos que sus predecesores, por lo que es más fácil la interacción entre los sistemas y ellos. Aun así, el lograr que se habitúen al manejo mediante voz de dichos sistemas en la actualidad es complejo y algo novedoso, por lo que es necesaria una serie de pruebas, adaptación y acomodación tanto de hardware como de software involucrado.

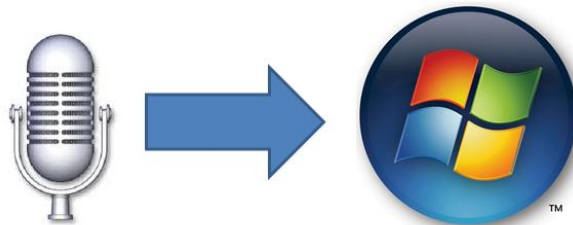


Ilustración 9.1: Tecnología Microsoft de reconocimiento de voz Fuente: Elaboración Propia

La tecnología existente de Microsoft sobre reconocimiento de voz para efectuar comandos propios del sistema, está probada, pero tiene algunas limitantes que hacen que

los sistemas sean o no efectivos, para ello es importante una transferencia de la tecnología mediante métodos que aseguren que dicho conocimiento se quede y se mejore en la organización y no sea volátil. Y así destacar que los participantes en el proceso de un HIS den mejor servicio teniendo una mayor cobertura tanto en regiones como en pacientes atendidos.

Estas limitantes son propias de configuración de los equipos, y hay que tener en cuenta los siguientes pasos:

- Configurar el reconocimiento de voz
- Uso del reconocimiento de voz
- Cómo controlar el equipo mediante el reconocimiento de voz
- Dictado
- Teclas del Teclado
- Signos de puntuación y caracteres especiales
- Controles
- Windows
- Puntear o Hacer clic en cualquier parte de la pantalla

Como se puede observar son actividades que demandan tiempo y capacitación al personal que estará usando esta tecnología y que siendo una cantidad considerable de médicos y enfermeras, así como de personal de sistemas que puede estar usando los sistemas HIS de manera remota o bien dentro de una aplicación residente en un hospital en específico, la capacitación se hace entonces crítica.

Para asegurar la transferencia de dicha tecnología existen dos áreas a las que hay que dar servicios.

1. El área de soporte técnico
2. El área de los usuarios finales (médicos y enfermeras)

En el área de soporte técnico, que son las persona que instalan el reconocimiento de voz en los diferentes equipos, es necesario contar con manuales y tutoriales tanto en digital, papel y videos que les permitan dentro d repositorios propios de la organización, que pueden estar en apartados de “Drive” o “Dropbox” con acceso regulado por los creadores del sistema HIS en este caso Compañía Mexicana de Radiología (CMR) y ligado a la página de soporte de los productos de la misma CMR.

Por el lado de los usuarios finales (médicos y enfermeras), deben contar con cursos y pruebas periódicas que les permita recordar los diferentes comandos usados para el manejo del reconocimiento de voz, teniendo acceso a manuales, tutoriales y videos de capacitación, los cuales también debe estar en los repositorios de CMR.

Es importante que los manuales, tutoriales y videos sean administrados por CMR con la finalidad de que se puedan versionar, y así asegurar que los HIS instalados en el mercado tengan soporte, y que las nuevas versiones lo tengan también con una validación de la propia cada desarrolladora.



Ilustración 9.2: Acceso remoto a repositorios controlados por la casa fabricante.

Fuente: Elaboración Propia

Dentro de las técnicas de transferencia de tecnología, está el determinar un equipo de mantenimiento de la información y en este caso de capacitación que permita el entendimiento de los diferentes actores, por ejemplo, la elaboración de los manuales y tutoriales, con palabras sencillas y dibujos de tal manera que lo entienda cualquier persona, hay que recordar que los usuarios finales no están familiarizados con el argot informático. También es conveniente que los videos se elabores de la misma manera y que las imágenes o escenas sean clara y precisas de los que se requiere mostrar.



Ilustración 9.3: Manejo de videos en Cloud Computing. Fuente: Elaboración Propia

Es importante también contar con métodos de vigilancia tecnología de tal forma que las tecnologías aquí planteadas sobre el reconocimiento de voz se esté actualizando con las últimas versiones y dependiendo de las novedades del sistema operativo de Windows de Microsoft.

10. RESULTADOS OBTENIDOS

Es importante mencionar en este capítulo que dado las políticas de privacidad con las que cuenta la empresa con la cual el presente proyecto ha sido desarrollado no es posible detallar o incluir Código fuente, Videos, Presentaciones, tutoriales ya que todo este material es confidencial.

Los resultados obtenidos en este proyecto de tesis son los siguientes:

Desarrollo de un módulo de reconocimiento de voz, trabajando bajo el esquema de la triple hélice, el cual es totalmente compatible con el sistema de información hospitalaria con el que la empresa CMR cuenta, implementando más de 70 comandos de voz por medio de los cuales se puede manipular la aplicación.

Aparte de la manipulación de la aplicación el módulo de reconocimiento se han implementado las siguientes funciones de apoyo al sistema de reconocimiento de voz:

- Importar y Exportar perfil
- Exportar e Importar Léxico
- Agregar palabras al diccionario desde un archivo RTF
- Agregar palabras al diccionario
- Funcionalidad para dictado en los reportes.

Se realizaron los manual de ayuda para el reconocedor de voz, para la lista de pacientes, visores y reportes.

Se llevaron a cabo las pruebas pilotos realizadas por la tester de CMR

Se realizaron pruebas con médicos de una institución de salud ubicada en la ciudad Querétaro y que se dedica a realizar diagnóstico para pacientes.

Se realizaron las primeras instalaciones de prueba en diversos hospitales en el interior de la república Mexicana

A continuación se presentan algunas pantallas del proyecto:



Ilustración 10.1: Reconocimiento de voz Comando “Despertar” Fuente: Captura del Sistema desarrollado para CMR

```
[INICIALIZANDO eLexico]
Version Servidor: 1.0
Version Cliente: 1.0

[CREANDO INSTANCIA eDictado]
Num Comandos: 72
Error: sin errores

[CREANDO INSTANCIA eSintesis]
Voz: Cepstral Miguel

[CREANDO INSTANCIA eProfile]

[INICIALIZANDO SERVIDOR(net.pipe)]
Ruta: net.pipe://localhost/WebServex/ReconocimientoVoz/Servidor
Inicializado...
```

Ilustración 10.2 Reconocimiento de voz: Consola de prueba de reconocimiento de voz

Fuente Consola de comandos de Windows



Ilustración 10.3 : Reconocimiento de voz. Fuente: Captura del Sistema desarrollado

para CMR

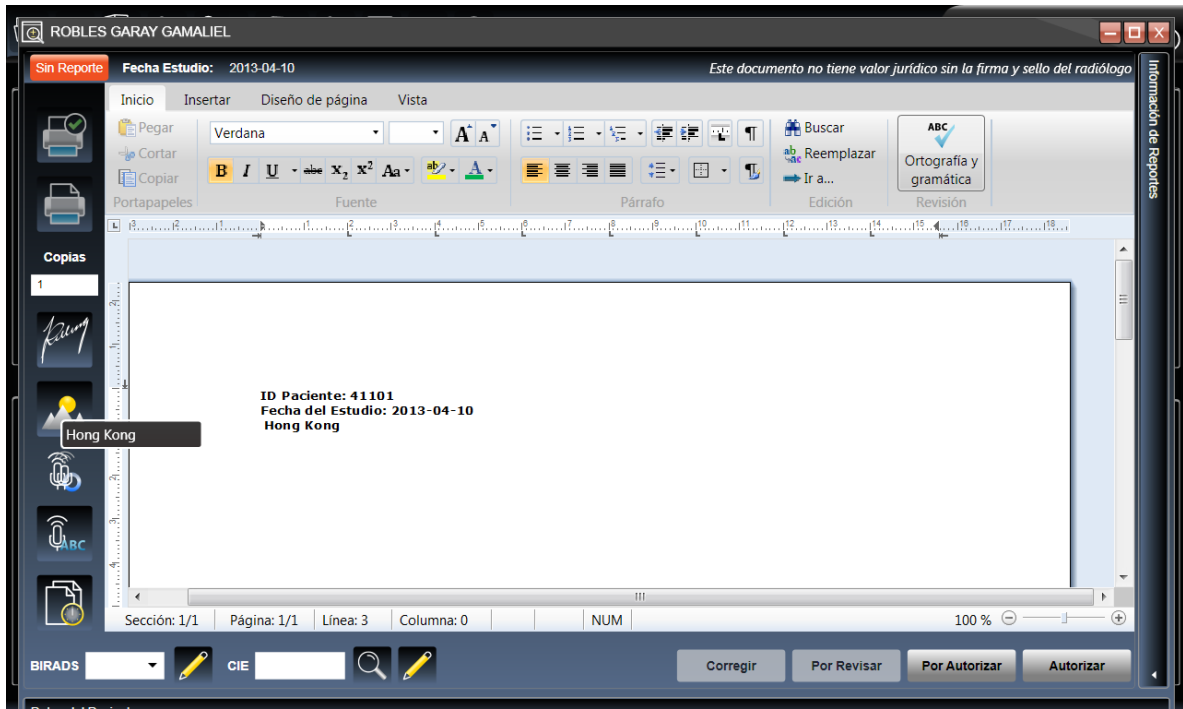


Ilustración 10.4: Reconocimiento de voz en reportes. Fuente: Captura del Sistema desarrollado por CMR

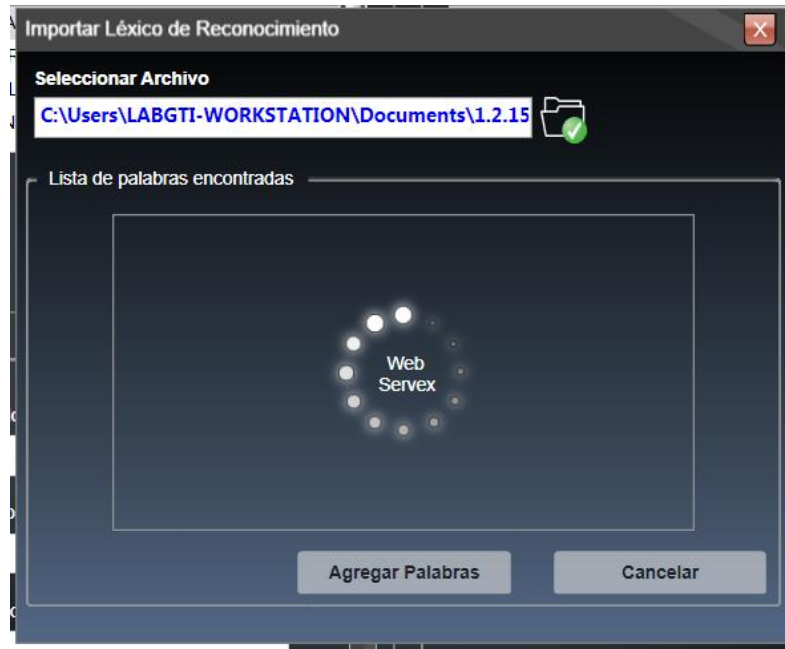


Ilustración 10.5: Reconocimiento de voz Ventana Importar léxico desde archivo RTF en proceso. Fuente: Captura del Sistema desarrollado por CMR

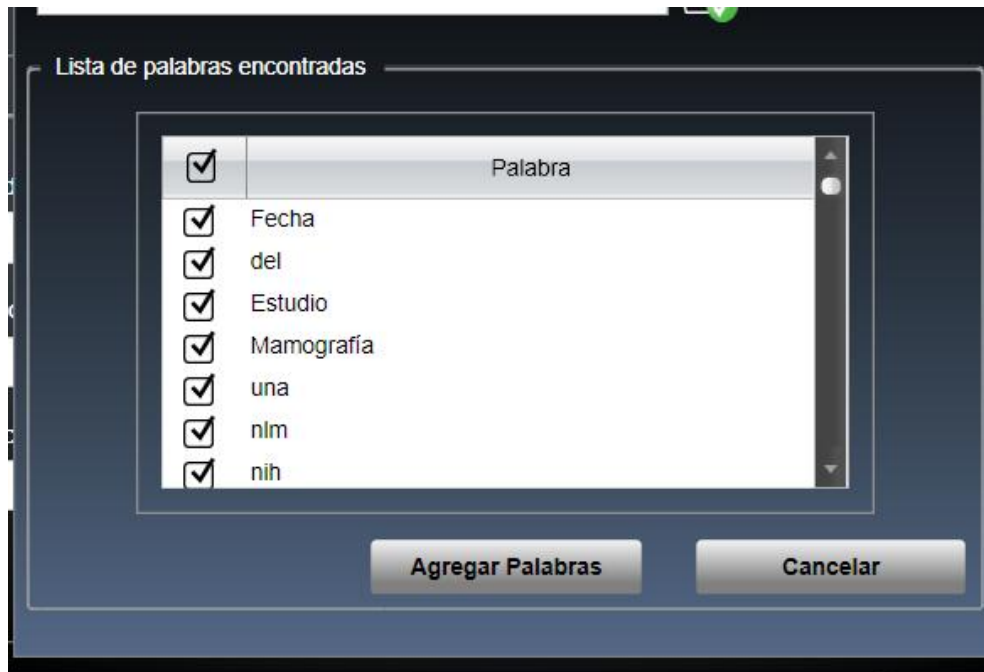


Ilustración 10.6: Reconocimiento de voz. Ventana Importar léxico desde archivo RTF

funcionando. Fuente: Captura del Sistema desarrollado por CMR

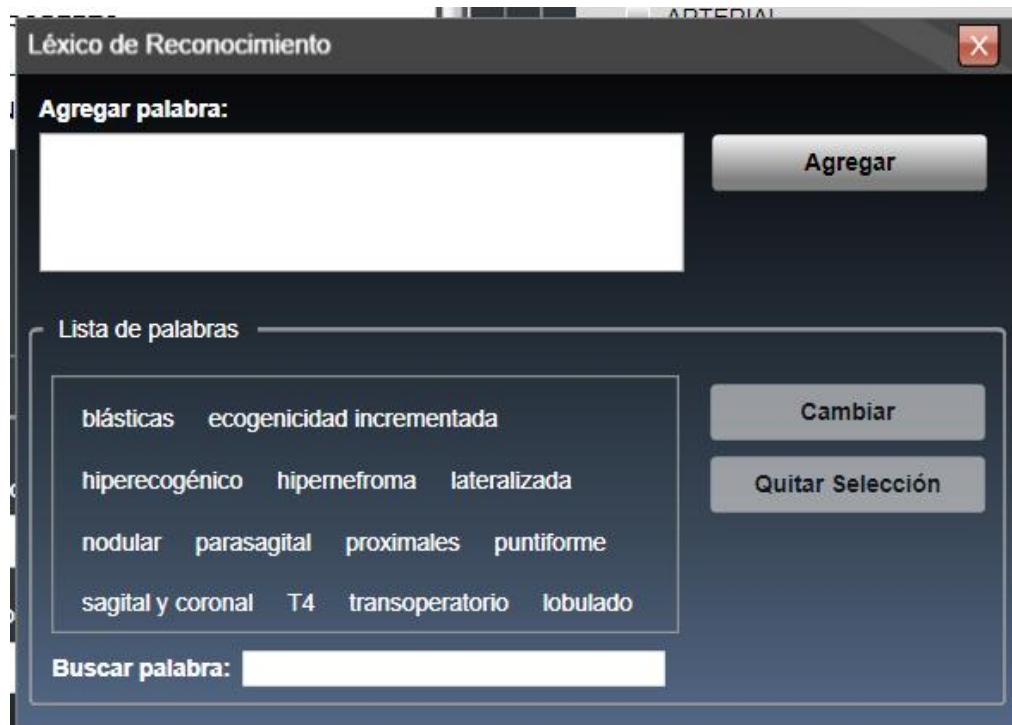


Ilustración 10.7: Reconocimiento de voz: Léxico de reconocimiento. Fuente: Captura del Sistema desarrollado por CMR

11. CONCLUSIONES

La elaboración de proyectos involucrados con la sociedad y la iniciativa privada en donde los estudiantes, es muy enriquecedor pues el estudiante ya que este se da cuenta de cómo es el trabajo con la iniciativa privada, de sus necesidades además de adquirir el conocimientos prácticos, que puede ser utilizados para su ingreso al campo laboral en su futuro. En capítulos anteriores ha quedado clara el esquema bajo el cual este proyecto fue realizado: “La triple Hélice”, es importante que las empresas mexicanas acudan a este mecanismo para la generación de conocimiento y aplicación del mismo, como se ha podido observar en la presente tesis. El resultado final es un esfuerzo coordinado de la colaboración realizada entre estas entidades, CONACYT por brindar el financiamiento necesario para que este tipo de proyectos puedan ser realizables, La universidad por su participación impulsando a los estudiantes a participar en proyectos de impacto a la sociedad mexicana así mismo proporcionándoles herramientas para su inserción en el campo laboral, La iniciativa privada en este caso CMR que con la realización del presente módulo ha podido lograr obtener una de las características como lo es el reconocimiento de voz que otros sistemas de información hospitalaria ya poseen, en otras palabras se ha colocado a la altura de otros sistemas de información hospitalaria que ya se encuentran en el mercado. Cabe mencionar que el presente módulo es solo una pequeña parte de lo que es el proyecto completo, dado que este comprende una gran cantidad de módulos.

Si bien es complicado trabajar bajo este esquema dado que existen muchos retos a vencer en el camino por recorrer, es importante reconocer que uno de ellos y dejando de lado la parte burocrática es la “comunicación”, pues es el factor clave para que proyectos de esta naturaleza se lleven a cabo y se realicen correctamente. Como se ha visto, la

programación de juntas, la interacción entre los diferentes equipos de trabajo de una manera sana en donde esta se presente de una forma natural, representando esto un factor clave, pues se realiza la conjunción entre ambos equipos de trabajo para lograr un objetivo en común que beneficiará a ambos equipos.

REFERENCIAS

- Alegre, J. (2004). *La Gestión del Conocimiento como Motor de la Innovación: Lecciones de la Industria de Alta Tecnología para la Empresa*. Ed: Athenea. Castellón de la Plana, España: Athenea.
- BCIE, B. C. (1999). *Centro América en el Siglo XIII: Una Agenda para la Competitividad y el Desarrollo Sostenible*. Cartagena, Colombia: INCAE / CLACDS.
- Burgelman, R. A., Christensen, C. M. y Wheelwright, S. C. (2004). "*Strategic Management of Technology and Innovation*", 4th Ed., McGraw-Hill/Irwin.
- Clarke, S. (2007). *Information Systems Strategic Management: An Integrated Approach*. New York, USA: Routledge.
- Española, R. A. (2011). *Diccionario de la Lengua Española*. Madrid, España: Real Academia Española.
- Etzkowitz, H. (2000). *The dynamics of innovation: from National Systems and Mode 2' to a Triple Helix of university-industry-government relations* (Vol. 29). Estocolmo, Suecia: Research Policy.
- Etzkowitz, H. (2002b). *Science, Technology and Development in the Triple Helix Era: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era* (Vols. 1-1). Estocolmo, Suecia: International Journal of Technology Management and Sustainable Development.

- Etzkowitz, H. (2002b): “*Networks of Innovation: Science, Technology and Development in the Triple Helix Era*”, International Journal of Technology Management and Sustainable Development, vol. 1-1, pp. 7-20.
- Etzkowitz, H. (2002c). *The Triple Helix of University-Industry-Government: Implications for Policy and Evaluation*. Estocolmo, Suecia: Working Paper.
- Etzkowitz, H. (2002c): “The Triple Helix of University-Industry-Government. Implications for Policy and Evaluation”, Working Paper 2002-11, ISSN 1650-3821, disponible en <http://www.sister.nu>.
- Etzkowitz, H. (2003). *Innovation in innovation: the Triple Helix of university-industry-government relations* (Vol. 42). Estocolmo, Suecia: Social Science Information.
- Etzkowitz, H. (2003): “*Innovation in innovation: the Triple Helix of university-industry-government relations*”, *Social Science Information*, vol, 42, n.º 3, pp. 293-337.
- Etzkowitz, H. y Carvalho
- Etzkowitz, H., & Zhou, C. (2006). *Triple Helix twins: Innovation and sustainability* (Vol. 33). Estocolmo, Suecia: Science and Public Policy.
- Huete Luis Ma. (1990). Nota Técnica: “Claves para una gestión sobresaliente en servicios”. Barcelona. Ed. IESE
- INEGI. (2004-2006). *Censo Económico. Instituto Nacional de Estadística y Geografía*. Distrito Federal, México: INEGI.
- INEGI. (2011). *Perspectiva Estadística México*. Distrito Federal, México: Instituto Nacional de Estadística Geografía.

- Johansson, F. (2005). *El Efecto Medici*. Bilbao, España: Deusto.
- Kant, E. (2001). *Ensayos sobre Pedagogía*. Barcelona, España: Akal.
- Kotler P. (1995). “Dirección de la Mercadotecnia”. Mc Graw Hill
- Krishnamurti, J. (2008). *La Libertad Primera y Última*. Madrid, España: Editorial Kairós SA.
- Lafont, G. (1542-1550). *Tiempo/temporalidad*. Salamanca, España: xxxxxxx.
- Lafont, G. (1991). *Dios, el tiempo y el ser, Sígueme*. Salamanca, España: Nuevo.
- Leydesdorff, L. (2012). *The Triple Helix of University-Industry-Government Relations*.
University of Amsterdam, Amsterdam School of Communication Research (ASCoR), Kloveniersburgwal 48, 1012 CX Amsterdam, The Netherlands.
- Leydesdorff, L., & Etzkowitz, H. (2001a). *A Triple Helix of University-Industry-Government Relations: ‘Mode 2’ and the Globalization of ‘National’ Systems of Innovation: en Science under Pressure, Proceedings*. Dinamarca: The Danish Institute for Studies in Research and Research Policy. Disponible en http://www.afsk.au.dk/ftp/Science_under_pressure/2001_1.pdf
- Leydesdorff, H., Etzkowitz, H., (1997), *A triple Helix of University-Industry-Government relations. The future location of Research, Book of Abstracts*, Science Policy Institute, State University of New York, 1997
- DellerJohn; Proakis, Johny Jansen, John. (1993). *Discrete-Time Processing of Speech Signals*. Macmillan Publishing Company. USA.

García, Pedro. (2001). Reconocimiento Automático de Voz continua con Modelos Ocultos de Markov. Tesis doctoral, Universidad de Granada, España.

Juang, Biingy Rabiner, Lawrence. (S/F). Issues in Using Hidden Markov Models for Speech Recognition. Speech Research Department, AT&T Bell Laboratories.USA.

Kanungo, Tapas. (1998). Hidden Markov Models. University of Maryland, USA.

Peinado, Antonio. (1994). Reconocimiento de Voz mediante Modelos Ocultos de Markov: Selección y Estimación de parámetros. Tesis doctoral, Universidad de Granada, España.

Rabiner, Lawrence. (1989). A Tutorial on Hidden Markov Models and Selected Applications in Speech Recognition. Proceedings of The IEEE, Vol. 77, NO. 2, February. USA, (Pp. 257-286).

Savage, Jesús. (1995). A hybrid System with Symbolic AI and Statistical Methods for Speech Recognition. A dissertation for the degree of Doctor of Philosophy, University of Washington, USA

Kirschning (1998). Kirschning Albers Ingrid, "Automatic Speech Recognition with the Parallel Cascade Neural Network", PhD Thesis, Tokyo Japan, March 1998

Kita et al. (1993). Kita K., Morimoto T. and Sagayama S., "LR parsing with a category reachability test applied to speech recognition". IEICE Trans. Information and Systems, vol. E76-D, no.1, pp. 23-28, 1993.

Hu et al. (1996). Hu Z., Schalkwyk J., Barnard E., Cole R., "Speech Recognition using Syllable-like Units", Proceedings of ICSLP'96, Vol. 2, pp. 1117-1120, 1996.

Jackson (1986). Jackson L. B. "Digital Filters and Signal Processing". Kluwer Academic Publishers. University of Louisville, Department of Electrical and Computer Engineering, U.S.A., 1986

Anexo I COMANDOS DE VOZ IMPLEMENTADOS EN HIS CMR

Nombre	Sección	Comando de Voz	Descripción
Dormir	Aplicación	Dormir	Coloca el servicio de reconocimiento en estado de Espera
Despertar	Aplicación	Despertar	Coloca el servicio de reconocimiento en estado Listo.
Cerrar	Aplicación	Cerrar	Cierra la ventana actica.
Imagen Siguiente	Aplicación	Imagen Siguiente	Muestra la siguiente imagen.
Imagen Anterior	Aplicación	Imagen Anterior	Muestra la imagen anterior.
Inicio Sesión	Inicio Sesión	Inicio Sesión	Inicia la sesión del usuario.
Buscar	Pacientes	Buscar	Inicia la búsqueda de pacientes que coincidan con el criterio de búsqueda introducido.
Criterio Nombre	Pacientes	Criterio Nombre	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Nombre.
Criterio Identificador	Pacientes	Criterio Identificador	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en ID.
Criterio Apellido	Pacientes	Criterio Apellido	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Apellido.
Criterio Referente	Pacientes	Criterio Referente	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Médico Referente.
Criterio Radiólogo	Pacientes	Criterio Radiólogo	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Radiólogo.
Criterio Técnico	Pacientes	Criterio Técnico	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Técnico.
Limpiar	Pacientes	Limpiar	Limpia el criterio de búsqueda en donde se encuentra el cursor.
Criterio Modalidad	Pacientes	Criterio Modalidad	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Modalidad.
Criterio Protocolo	Pacientes	Criterio Protocolo	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Protocolo.
Criterio Espera	Pacientes	Criterio Espera	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Tiempo Espera.
Criterio Sexo	Pacientes	Criterio Sexo	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Sexo.
Criterio Reporte	Pacientes	Criterio Reporte	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Estado del Reporte.
Criterio Periodo	Pacientes	Criterio Periodo	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Periodo.
Preferencias	Pacientes	Preferencias	Muestra la ventana de preferencias.

Configuración	Pacientes	Configuración	Muestra la ventana de Configuración.
Abrir	Pacientes	Abrir	Abre el Paciente, Estudio o Imagen seleccionada.
Limpiar Campos	Pacientes	Limpiar Campos	Limpia todos los campos de búsqueda.
Restaurar Lista	Pacientes	Restaurar Lista	Vuelve a cargar la Lista de pacientes, según el contenido del servidor.
Cerrar Sesión	Pacientes	Cerrar Sesión	Cierra la sesión de la aplicación del usuario activo.
Importar	Pacientes	Importar	Muestra la ventana de Importación.
Exportar	Pacientes	Exportar	Muestra la ventana de Exportación.
Criterio Código Cie	Pacientes	Criterio Código Cie	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Código Cie.
Criterio Birads	Pacientes	Criterio Birads	Coloca el cursor en el parámetro de búsqueda en Criterio Birads.
Cerrar Aplicación	Pacientes	Cerrar Aplicación	Cierra la aplicación.
Administrar Usuarios	Pacientes	Administrar Usuarios	Muestra la ventana de Administrar Usuario.
Configurar Listas	Pacientes	Configurar Listas	Muestra la ventana de configuración de Listas.
Accesos Rápidos	Pacientes	Pacientes	Muestra la ventana de Accesos rápidos.
Ayuda	Pacientes	Ayuda	Muestra la Ayuda del sistema.
Seleccionar Paciente	Pacientes	Seleccionar Paciente	Selecciona el primer paciente en la Lista de Pacientes.
Paciente Siguiente	Pacientes	Paciente Siguiente	Selecciona el Paciente siguiente en la Lista de Pacientes.
Paciente Anterior	Pacientes	Paciente Anterior	Selecciona el Paciente Anterior de la Lista de Pacientes.
Seleccionar Estudio	Pacientes	Seleccionar Estudio	Selecciona el primer estudio de la Lista de Estudios.
Estudio Anterior	Pacientes	Estudio Anterior	Selecciona el anterior siguiente de la Lista de Estudios.
Estudio Siguiente	Pacientes	Estudio Siguiente	Selecciona el estudio siguiente de la Lista de Estudio.
Seleccionar Imagen	Pacientes	Seleccionar Imagen	Selecciona la primer imagen de la Lista de imágenes.
Abrir Imagen	Pacientes	Abrir Imagen	Abre la imagen seleccionada en la Lista de imágenes.

Imprimir	Reportes	Imprimir	Imprime el reporte en la impresora predeterminada.
Firmar	Reportes	Firmar	Añade la Firma en el reporte.
Insertar Imagen	Reportes	Insertar Imagen	Inserta una imagen en el reporte actual.
Corregir	Reportes	Corregir	Permite corregir el reporte actual.
Autorizar	Reportes	Autorizar	Coloca el reporte actual en estado Autorizar.
Por Autorizar	Reportes	Por Autorizar	Coloca el reporte actual en estado Por Autorizar.
Por Revisar	Reportes	Por Revisar	Coloca el reporte actual en estado Por Revisar.
Impresión Personalizada	Reportes	Impresión Personalizada	Activa la ventana de impresión personalizada en reportes.
Diccionario	Reportes	Diccionario	Muestra el diccionario para reconocimiento de voz.
Nueva Región	Reportes	Nueva Región	Añade una región en reporte al estudio actual.
Reportes Históricos	Reportes	Reportes Históricos	Muestra los reportes históricos del estudio.
Abrir Reporte	Visualización	Abrir Reporte	Muestra el reporte del estudio actual.
Reproducir	Visualización	Reproducir	Inicia la reproducción de la serie en el visor.
Miniaturas	Visualización	Miniaturas	Muestra las miniaturas del estudio actual.
Correo	Visualización	Correo	Muestra la ventana de correo.
Lupa	Visualización	Lupa	Activa la herramienta de Lupa en el Mouse.
Información	Visualización	Información	Muestra la información del estudio actual.
Protocolos	Visualización	Protocolos	Muestra los protocolos disponibles para el estudio actual.
Múltiples Visores	Visualización	Múltiples Visores	Muestra la sección de múltiples visores.
Notas	Visualización	Notas	Agrega una nota al estudio actual
Pausar	Visualización	Pausar	Coloca en Pausa la reproducción de la serie del estudios actual.

ABREVIATURAS

CMR: Compañía Mexicana de Radiología

CONACYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

FCA: Facultad de Contaduría y administración

GPS: Global Positioning System

HIS: Hospital Information System

MOM: Modelos Ocultos de Markov

OCDE: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

PACS: Picture Archiving and Communication System

PYME: Pequeña y Mediana Empresa

UAQ: Universidad Autónoma de Querétaro

S.A.: Sociedad anónima

C.V.: Capital Variable

PIB: Producto Interno Bruto