

**UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA  
NUEVOS TIEMPOS, NUEVAS IDEAS**



**ESCUELA DE POSGRADO  
DR. LUIS CLAUDIO CERVANTES LIÑÁN**

**MAESTRÍA EN CIENCIAS EN INGENIERÍA DE SISTEMAS Y  
COMPUTACIÓN**

**Tesis**

**Implementación de un Sistema Multiagente para integración de sistemas  
administrativos de nivel universitario para mejorar la usabilidad aplicado  
al portal de la UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA**

**Presentado por:**

***Lic. Jorge Leoncio Guerra Guerra***

**Para optar grado de Maestro en  
Ciencias en Ingeniería de Sistemas y Computación**

**ASESOR: MG. CÉSAR LUZA MONTERO**

**2017**

## **DEDICATORIA**

A mi esposa Mardeli por su apoyo indismayable en esta aventura y a nuestros hijos por ser el impulso, que son el principal motivo de que su padre aún sueñe con éxitos.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Inca Garcilaso de la Vega por brindarme el soporte académico para el desarrollo de esta tesis.

A la Dra. María Isabel Vigil Cornejo por la enseñanza, apoyo y consejos, gracias a los cuales este trabajo pudo ser realizado.

## ÍNDICE

CAPÍTULO I	10
FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.1. MARCO HISTÓRICO	10
1.2. MARCO TEÓRICO	13
1.2.1. Agentes y su relación con los sistemas heterogéneos	13
1.2.2. Sistemas multiagentes	24
1.2.3. Metodologías para el desarrollo de SMA	25
1.2.4. Usabilidad	31
1.3. INVESTIGACIONES	32
1.4. MARCO CONCEPTUAL	35
CAPÍTULO II	43
EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES	43
2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	43
2.1.1. Descripción de la Realidad Problemática	43
2.1.2. Antecedentes Teóricos	46
2.1.3. Definición del Problema	56
2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	57
2.2.1. Finalidad e Importancia	57
2.2.2. Objetivo General y Específicos	57
2.2.3. Delimitaciones del Estudio	57
2.2.4. Justificación e Importancia del Estudio	58
2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES	59
2.3.1. Hipótesis Principal y Específicas	59
2.3.2. Variables e Indicadores	59
CAPÍTULO III	61
MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS	61
3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA	61
3.2. DISEÑO A UTILIZAR EN EL ESTUDIO	63
3.3. TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	63
3.4. PROCESAMIENTO DE DATOS	63
CAPITULO IV	68
PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	68
CAPITULO V	
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	93
5.1 Conclusiones	93
5.2 Recomendaciones	93
BIBLIOGRAFÍA	95
ANEXOS	104
INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	105

## RESUMEN

La presente tesis tuvo como objetivo general determinar la mejora en la usabilidad de un portal administrativo con los servicios que ofrece la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

La comodidad del uso del portal propuesto, reduciendo la navegación entre diferentes páginas para encontrar un servicio determinado a una página de uso múltiple basada en un sistema multiagente, mejora ostensiblemente la experiencia de uso del cliente del portal web de la universidad permitiendo inclusive agregar nuevos servicios sin aumentar la complejidad de su utilización.

El nivel de investigación fue aplicado, tipo explicativo, método causa efecto. El universo estuvo conformado por todos los usuarios que accesan a este portal web que es público, se tomó una muestra de 49 usuarios seleccionados mediante un muestreo aleatorio simple al 95% de confiabilidad.

El instrumento utilizado para medir las variables fue el cuestionario constituido por 9 preguntas para medir el impacto de la plataforma en función a su usabilidad. El instrumento aplicado fue sometido a juicio de expertos para comprobar su validez.

Para la comprobación de hipótesis se utilizó la prueba estadística de correlación de Pearson y prueba de significación con un nivel de confianza de 95%, encontrando los siguientes resultados:

- Se ha comprobado que la implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la usabilidad del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

- Se ha comprobado que la implementación de un sistema multiagente mejora significativamente el recuerdo en el tiempo de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
- Se ha comprobado que la implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la satisfacción de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

**Palabras clave: Servidor administrativo, sistema multiagente, usabilidad, JADE, metodología GAIA.**

## ABSTRACT

Present thesis has as general objective to determine the improvement in usability of an administrative portal with the services offered by the Inca Garcilaso de la Vega University.

The convenience of using the proposed portal, reducing the navigation between different pages to find a particular service to a page of multiple use based on a multi-agent system, improves the user experience of the web portal of the university allowing even add new services Without increasing the complexity of its use.

The level of research was applied, explanatory type, cause and effect method. The universe was made up of all the users who access this public web portal, a sample of 49 users selected through a simple random sampling at 95% reliability.

The instrument used to measure the variables was the poll consisting of 9 questions to measure the impact of the platform as a function of its usability. The instrument applied was subject to expert judgment to verify its validity.

For the hypothesis testing we used the statistical test of correlation of Pearson and test of significance with a confidence level of 95%, finding the following results:

- It has been verified that the implementation of a multi-agent system significantly improves the usability of the administrative system of university level used in the portal of the University Inca Garcilaso de la Vega
- It has been verified that the implementation of a multi-agent system significantly improves the memory in the time of use of the administrative

system of university level used in the portal of the University Inca Garcilaso de la Vega.

- It has been verified that the implementation of a multi-agent system significantly improves the satisfaction of use of the administrative system of university level used in the portal of the University Inca Garcilaso de la Vega.

**Keywords: Administrative server, multiagent system, usability, JADE, GAIA methodology.**



## INTRODUCCIÓN

Hoy día el uso de las aplicaciones web para brindar servicios a usuarios es una práctica común de las empresas para captar más clientes y lograr mayores ganancias por sus transacciones. El uso de la tecnología móvil [SONCCO, 2008], lo que hace es aumentar de manera significativa el número de personas que accedan a estos portales.

El problema de su uso, sin embargo, comienza cuando se desea que el cliente que está usando la aplicación web, tenga que realizar varios clics en enlaces y lea diversas instrucciones para llegar a ejecutar la operación de su interés. Esta complejidad de uso se convierte en una desventaja que los usuarios podrían identificar como mal diseño o poco amigable que se presenta el programa web.

En una empresa u organización cuya principal operación es brindar servicios, la comodidad que sienta el usuario al usar el sistema web es crucial para el cumplimiento de objetivos, por ello la amigabilidad como indica Lee (2015) es la variable central en la que se desarrolla la tesis que se presenta y su evaluación mediante los instrumentos apropiados, determinará la validez de la propuesta consignada en este documento.

En el presente documento, se muestra la implementación de un sistema multiagente usando la metodología GAIA mostrada por Thomas (2002), que permite desarrollar una solución tecnológica acorde con las características del problema definido.

Es por ello que el presente trabajo de investigación busca comprobar la efectividad en el uso del sistema multiagente para la implementación de los servicios administrativos de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega en la mejora de la usabilidad de los procesos definidos como fondo editorial, oficina de economía y otros.

## **CAPÍTULO I**

### **FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **1.1 MARCO HISTÓRICO**

La evolución de los servicios educativos avanza a la par de los servicios del resto de las empresas, pero no por una mejor atención al cliente sino para un mejor orden de los datos de los estudiantes y de sus notas. Inicialmente (para el caso del presente estudio y a partir de 1920) los registros académicos que guardaban la información del desempeño de los alumnos matriculados eran ingresados de forma manual utilizando estilo gráfica, corriéndose posteriormente el peligro del borrado o desaparición de la tinta, haciendo ininteligible dicha información; dicha labor no solo era tediosa sino inclusive era complicada la tarea de recuperar información sobre la situación de un estudiante cualquiera, hecho comprobado en la revisión de registros en los archivos históricos de universidades como la Pontificia Universidad Católica o la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, como se aprecia en el trabajo de OGP (2011).

A partir del año 1950, en adelante la aparición de las computadoras permite desarrollar los sistemas automatizados de información donde los datos se almacenan en cintas magnéticas dando una mayor rapidez en la localización de la información, esto redundará en el comienzo del concepto de la calidad del servicio, que significa tener información más rápida y en mayor cantidad como es mostrado por Tannenbaum y Van Steen ( 2007).

A partir del año 1980, con la aparición de las redes LAN y los sistemas operativos de red y la consolidación del UNIX como sistema para entornos WAN, la difusión de información en empresas comerciales y de gobierno se hace cada vez más fácil y más completa, permitiendo una variedad de operaciones que en las décadas anteriores eran imposibles de realizar, impresión remota, reportes personalizados, consultas de información a

distancia que mejoraron el servicio ofrecido. La evolución trajo por consecuencia un cambio de actitud que se refleja en la necesidad de información de la organización que se convierte a la necesidad de dar un mejor servicio al cliente, en este caso a los estudiantes planteado por Tannenbaum y Van Steen ( 2007).

Este nuevo enfoque, determina que en algunas universidades se realicen la construcción de edificios que albergarían cableado estructurado y equipo de computación, destinado a brindar soporte informático a los profesores y alumnos. Basado en CMU (2005), la Universidad Carnegie Mellon consideró esta inversión a fin de proveer una mejora de calidad en su servicio educativo.

### **1.1.1 De las redes de área local (LAN) a la tecnología WEB**

El gran problema de las redes LAN y WAN existentes consistía en que el estudiante tenía que acceder a los servicios de la universidad a través de computadoras conectadas físicamente con los centros de datos, este procedimiento daría paso a los sistemas basados en la WEB, que permiten que cualquier usuario pueda entrar a la información que se necesite con el rol adecuado, teniendo las mismas posibilidades que un usuario LAN.

Este cambio trascendental no se realizaría sin una evolución decisiva del hardware y de los medios de comunicación al nivel que se usan actualmente, por esta razón se considera a la tecnología de la información como un elemento que contribuyó decisivamente al paso de los sistemas de información basados en LAN al contexto que se utiliza hoy en día, el modelo denominado Sistema Distribuido, como lo indica en Chandra (2000).

Este mismo autor explica como el paradigma denominado tecnología basada en objetos tuvo una participación decisiva en la forma como las aplicaciones informáticas se desarrollarían tanto en la organización de software y datos, análisis y diseño de sistemas, como en administración de recursos y compartición de información.

Uno de los primeros servicios que se desarrollaron utilizando la tecnología WEB con el fin de implementar servicios administrativos para estudiantes

fueron los servicios de biblioteca. El trabajo de Bailey (2005) muestra la evolución de las necesidades de los usuarios en la búsqueda de información.

### **1.1.2 De la tecnología web a los dispositivos móviles**

El modelo de implementación de servicios educativos para los estudiantes del siglo XXI ha traído como consecuencia una necesidad urgente de integrar operaciones que se desarrollaban de manera aislada.

Según Gappmaier y Rose (2001), los requerimientos de información que realizan los estudiantes de hoy son mucho mayores que en las décadas anteriores, aun cuando los medios existentes para generar consultas son mucho más variados y complejos. Los estudiantes de hoy son cada vez más jóvenes, los campus universitarios son de mayor extensión y la localización de los usuarios a los sistemas de información son cada vez a mayor distancia. Estas nuevas características de los alumnos universitarios exigen de las casas de estudio replantear su modelo de acercamiento al estudiante y por ello de los servicios administrativos existentes para mantener un modelo de calidad definido.

A medida que la tecnología de comunicaciones ha ido reduciendo sus costos, ha aparecido una nueva generación de usuarios que desean conectarse a los servicios educativos mediante dispositivos móviles (teléfonos celulares, PDA, etc.) debido a que éstos tienen la infraestructura y potencia necesarias para brindar un servicio eficiente, tal como indica Fielding y Taylor (2002), lo que abre la posibilidad de mayor tráfico de datos.

### **1.1.3 Del tablero de anuncios al portal**

Los portales web han crecido significativamente en los últimos años en las diferentes universidades alrededor del mundo, unificando comunidades académicas a través de su alto nivel de personalización, escalabilidad e interactividad. Los miembros de una comunidad académica, estudiantes de primer año, Facultad, personal, y alumnos, ahora confían en el portal por la información de alta actualización, como lo indica Stutzman (2004). Este nuevo modelo de interacción virtual se ha convertido rápidamente en una solución indispensable para las actividades habituales de la universidad del siglo XXI.

Pero la aparición de los portales web trajo como consecuencia la aparición de nuevas necesidades por parte de los usuarios tales como: flexibilidad en los servicios, seguimiento en línea de trámites, implementación de envíos de material multimedia, creación de perfiles personalizados. Como indica Vogel (2004), la colaboración es una de las formas de poder desarrollar un portal Web y que garantizaría una compartición de información a todo el grupo que trabaja bajo el mismo objetivo. Aunque con diferente finalidad los desarrollos actuales de aplicaciones en código libre tienen el carácter de compartir código de desarrollo entre todos los interesados en el proyecto y generar versiones de estos avances.

## **1.2 MARCO TEÓRICO**

### **1.2.1 Agentes y su relación con los sistemas heterogéneos**

El problema de dar una descripción completa de un agente es difícil, debido a la amplia gama de las tareas que un agente puede realizar y a las opiniones generales de la comunidad de usuarios. Sin embargo, en su sentido más amplio, todos los conceptos siguientes se podían atribuir al trabajo de un agente, según Ivanovic y Budimac (2012).

- a. Relación de eventos que se han realizado desde la última vez que se ingresó al sistema de información y clasificados por algún criterio definido, para su rápido acceso. Cada información tendrá rápidamente acceso a todas aquellas noticias que tengan relación con esta.
- b. Mientras se realiza alguna tarea en el computador, el sistema le avisa la confirmación de una tarea pendiente que se está esperando efectuar, por lo que al revisar los requerimientos y dar su aprobación desencadenará una serie de actividades paralelas que se realizarán en sistemas distintos que completarán la operación solicitada y determinarán una respuesta completa resultante de las operaciones parciales efectuadas, siendo todos los procesos transparentes al usuario, que sigue realizando sus tareas normales.

No se acepta ninguna definición del agente del software en el campo de la investigación universal. El agente del software es comúnmente juzgado como una entidad con alta autonomía que percibe su ambiente dinámicamente. Puede ejecutarse dentro de otra entidad. El agente también posee inteligencia y actúa sobre su ambiente con reactividad, autonomía, proactividad y sociabilidad como indica Shiao (2004).

Por lo tanto, la utilidad de un agente se relaciona directamente con la cantidad de confianza y de adaptabilidad que posee y esto es posiblemente más importante que la tarea real que puede realizarse.

### **1.2.1.1 Atributos de los agentes**

Los agentes tienen un conjunto de atributos que están definidos por Wooldridge y Jennings como lo indica Ocampo (2004) y que pueden resumirse en:

- *Autonomía*, operan sin la intervención directa de otros agentes o humanos y tienen control sobre sus acciones y su estado interno.
- *Reactividad*, perciben el entorno en el que se encuentran y responden ante cambios que ocurren en el mismo entorno.
- *Proactividad*, están diseñados para cumplir con determinados objetivos, para lo cual toman la iniciativa.
- *Habilidad social*, cooperan con otros agentes o humanos para cumplir con sus tareas.
- Una noción más fuerte de agente implica que además posea estas otras características, que otros autores consideran se les debería dar más importancia:
- *Racionalidad*, siempre actuarán de la manera más óptima para alcanzar sus objetivos y nunca en contra de éstos.
- *Movilidad*, son capaces de moverse a través de una red de nodos.
- *Veracidad*, no comunicarán información falsa y se les tiene determinado grado de confianza.

- *Benevolencia*, los agentes comparten objetivos comunes y siempre tratarán de hacer lo que se les pida de ellos.
- *Aprendizaje*, son capaces de adaptarse al entorno en el que se encuentren mediante el aprendizaje.

Bellifemine y otros (2007) indican que los agentes tienen estas mismas características, pero añaden que dichas propiedades no se consideran absolutas, puesto que no son estándares.

### **1.2.1.2 Evolución de los agentes**

El nacimiento y el desarrollo de la tecnología del agente de software es el producto de la combinación de la inteligencia artificial y de las tecnologías de red. A partir de 1960, las técnicas tradicionales de la inteligencia artificial fueron dedicadas a los campos de la investigación de la expresión del conocimiento, del razonamiento inteligente y la máquina de aprendizaje. Los investigadores han desarrollado aplicaciones de software que utilizaron cierto nivel de iniciativa de software, de la inteligencia de juicio propio y de opciones del comportamiento. Actualmente, la investigación y los usos en curso se centran en la inteligencia artificial, sobre todo en procesos donde deben controlarse varios sistemas al mismo tiempo como en los drones, según Modares y otros (2016]. La investigación actual implica la reunión de la información y la gestión de la memoria externa que promoverán el desarrollo del software inteligente.

Debido al uso intensivo de la Internet que es el ambiente más grande que existe a nivel de redes, ha ido creciendo la complejidad de las estructuras del sistema de software y por ello las estructuras de organización de los programas informáticos requieren de un mayor número de componentes para su implementación. Según Shneiderman (2007) la aparición de las redes sociales y el crecimiento de los datos no estructurados requieren un estudio multidisciplinario en donde la colaboración científica, los desarrolladores de soluciones de e-commerce, la creatividad social establezca las nuevas maneras de almacenamiento y acceso a la información, estos que deberán ser necesariamente de tipo heterogéneo y colocado en servidores que pueden

encontrarse en lugares lejanos. En Tannenbaum y Van Steen (2007) se indica que el propósito de un programa distribuido es analizar una aplicación y resolver el problema en común para los nodos que son usados en la red del software que comparten información. El objeto de sistemas inteligentes es alcanzar la coordinación de comportamientos inteligentes entre las máquinas inteligentes, o como Benitez y otros (2013) citó “La inteligencia artificial (IA) es una disciplina académica relacionada con la teoría de la computación cuyo objetivo es emular algunas de las facultades intelectuales humanas en sistemas artificiales”. La combinación de ambos forma la noción inicial del agente de software.

La tecnología más antigua del agente de software se puede remontar de nuevo a los días tempranos de la investigación en la inteligencia artificial. En 1977, en el modelo concurrente del agente de Hewitt [BARABASH y otros (2003), este propone los conceptos del modelo del software autónomo, interactivo y de ejecución concurrente, que es el concepto inicial del agente de software. Desde el final de los años setenta al inicio de los años noventa, los científicos hicieron esfuerzos para investigar la teoría del agente de software y avanzaron en los conceptos fundamentales del sistema propuesto. La práctica concreta del agente del software comenzó en 1990; algunos ensayos muy acertados fueron conducidos (algunos ejemplos fueron: un proyecto de agentes negociadores descrito en Debernham y Sierra (2008) y posteriormente, en 2005, por un proyecto desarrollado por Kuehne y otros (2005) en la que los agentes de software fueron usados para simular toma de decisiones. Por ejemplo, la empresa Microsoft definió al agente como "algo confiado para representar o para sustituir comportamiento del usuario y la inteligencia se manifiesta en su juicio excelente y pensamiento racional."

### **1.2.1.3 Las diferentes vistas de los agentes**

Dentro del desarrollo del concepto agente se desarrollaron diferentes modos de interpretar lo que hace un agente y como implementarlo, las vistas que se lograron son las siguientes:



### 1.2.1.3.1 El agente tradicional

El concepto tradicional de agentes comenzó en la comunidad de la inteligencia artificial. Es una visión basada alrededor de que los agentes son los sistemas que pueden tomar los datos de entrada sobre su ambiente, razonar sobre ella y (posiblemente) generar las respuestas apropiadas de salida. En base a este concepto se considera que los agentes se definen alrededor de 3 postulados básicos:

- a. *Simbólico*: según Macal Y North (2006), es la capacidad de representar la realidad y el entorno de actuación, mediante un conjunto de símbolos reutilizables que se pueden combinar para formar estructuras sobre las cuales los procesos se pueden ejecutar de acuerdo con un conjunto de símbolos que representan instrucciones realizables. Por ello, los agentes pueden aprender del entorno y pueden acumular dicho conocimiento usando dichos símbolos o también llamadas reglas. Un ejemplo de esta implementación es OC-DEC-MDP como indica Beyner y Mouaddib (2010), Desarrollando un control descentralizado, a través de un sistema multiagente cooperativo, el cual ha ayudado en los Procesos de decisión de tipo Markov Descentralizado (DEC-MDPs), agregándosele además un grafo de interacción para mejorar la comunicación de las decisiones del modelo.
- b. *Reactivo*: Arquitectura donde no hay representación compleja del mundo verdadero en términos simbólicos y donde no se realiza ningún razonamiento simbólico. Lo que se requiere es responder adecuadamente al estímulo enviado al agente. Una forma de implementación fue el modelo definido por Hallenborg y otros (2007), el cual plantea una aplicación que monitorea y recoge información de procesos químicos, es decir, de operaciones físicas. En este caso se aplicó el paradigma PACO ara crear el software de control que manejaría a dichos agentes. Otra forma de implementación fue la planteada por Getcher y otros (2006) el cual implementó una aplicación que usando agentes reactivos, realiza operaciones de localización y seguimiento.

c. *Híbrido*: Las arquitecturas híbridas intentan sumar en su estructura las ventajas de las dos aproximaciones anteriores, en función de que ninguna de ellas en forma aislada ha resultado completamente exitosa para construir agentes.

Existen varias arquitecturas diferentes, en Pokahr y otros (2005) se señala que muchas de ellas se basan en una arquitectura que es capaz de representar creencias, deseos e intenciones (BDI) en sus agentes.

Las creencias (*Beliefs*), corresponden a información que el agente tiene del mundo, que puede ser incorrecta e incompleta. Generalmente se representan de forma simbólica, por ejemplo, con PROLOG.

Los deseos (*Desires*), corresponden a tareas que le fueron asignadas al agente y que debe cumplir.

Las intenciones (*Intentions*), son deseos que el agente se compromete a alcanzar. En general, no todos los deseos se pueden alcanzar. Un agente tratará de cumplir su deseo, hasta bien alcanzarlo o hasta pensar que ya no es posible realizarlo.

Finalmente, el último componente de un agente BDI es un conjunto de planes (recetas), que especifican los cursos de las acciones que el agente debe seguir para cumplir con sus intenciones. Estos planes representan el conocimiento previo del agente. Un plan contiene dos partes: un cuerpo o programa, que define el curso de acciones y un descriptor que indica en qué circunstancias el plan puede ejecutarse (precondiciones) y las intenciones para el cual se usará (poscondiciones). Un ejemplo de este tipo de sistema híbridos es la aplicación denominada SA, mostrada por Yao y Logan (2016) la cual utilizando un árbol de búsquedas de tipo Monte Carlo selecciona una intención determinada del conjunto de agentes presentes en el sistema.

#### **1.2.1.3.2 El agente interfaz**

El concepto de agente interfaz es descrito por Matthias (2001) como “un asistente personal quien está colaborando con el usuario en el mismo ambiente de trabajo”. Así, los agentes interfaz asisten al usuario en cualquier tarea que

está realizando, para proporcionar apoyo en situaciones específicas o para proporcionar quizá material alternativo en áreas relacionadas de trabajo.

Para reforzar esta idea, en Wagner y Lieberman (2004), se describe el agente interfaz de tipo web llamado Woodstein, su objetivo es monitorear la acciones realizadas por un usuario sobre la página web, a fin de recopilar información que prediga la transacción que se va a realizar. Otros sistemas de agente interfaz incluyen NewsWeeder, UNA y LAW.<sup>1</sup>

### **1.2.1.3.3 El agente de información**

Un agente de información como indica Deters (2001), es aquel que tiene acceso a un número de recursos de información, puede recoger y manipular ésta. Un ejemplo puede ser donde piden a un agente de información encontrar un documento particular; el agente busca un número de recursos de información y los presenta al usuario con los sitios ftp y las direcciones de WWW, como referencia.

Los agentes de información pueden unir su capacidad de comunicarse para buscar una amplia variedad de recursos y utilizar su código interno para asegurarse que la cantidad de información más amplia está procesada para proveer al usuario los mejores resultados a su petición original.

Los estudios teóricos sobre como los agentes pueden utilizar la información que reciben de diversos recursos son presentados por Deters (2001) y Somlo y Howe (2004). Un uso más práctico ha sido presentado por Tuchinda y Knoblock (2004) presenta un enfoque de respuesta a preguntas en el que un usuario sin ninguna habilidad de programación pueda crear agentes de información simplemente respondiendo a una serie de preguntas. Estos agentes resultantes pueden realizar tareas bastante complejas que implican recuperar, filtrar, integrar y monitorear datos de fuentes en línea.

---

<sup>1</sup> <http://www.mmrg.ecs.soton.ac.uk/publications/papers/Voyager/papers/bibli.htm>.

#### **1.2.1.3.4 El agente distribuido**

Los agentes distribuidos (también conocidos como sistemas multiagente) son los agentes colectivos que juntos actúan a nivel macro en vez de actuar en un nivel micro (de un solo agente). La IA Distribuida (DAI), según Van Riemsdijk (2012) estudia cómo los problemas en un nivel macro se pueden analizar en agentes en el nivel micro y cómo esos agentes se pueden hacer para cooperar y coordinar sus actividades para asegurarse de que los problemas se solucionan eficientemente.

La tecnología del agente de DAI se está empleando en muchas situaciones del mundo real, por ejemplo, implementación de un sistema inteligente cooperativo [CASE,2014], control del acelerador de partículas [JABBAR and KHAN,2016] y uso de agente para manejo de temas de inteligencia emocional [IVANOVIC y otros, 2014]. Sin embargo, un problema clave con DAI aparece debido a la descomposición del problema y la comunicación y la discusión subsecuentes entre comunidades de agentes pueden ocurrir con demasiada rapidez para producir resultados útiles y realizables.

#### **1.2.1.3.5 Taxonomía de agentes**

Tomando como base, entre otros a Moya y Tolk (2007), hay diferentes formas de clasificar a los agentes, de acuerdo a esto, se tienen algunos criterios de evaluación:

##### **1.2.1.3.5.1 Clasificación por Movilidad**

El criterio usado es la capacidad de moverse a través de la red de comunicación, por ello se pueden clasificar de agentes *estáticos* y agentes *móviles*.

##### **1.2.1.3.5.2 Clasificación por Decisión**

La capacidad de evaluar mediante un conjunto de reglas, base de conocimiento, toma de decisiones y evaluar entre alternativas, definen a los agentes entre *deliberantes* y *reactivos*, estos últimos tienen un mecanismo de estímulo/respuesta en base al estado actual del agente.

### 1.2.1.3.5.3 Clasificación por comportamiento

Los agentes cumplen algunos de los atributos señalados por Davidsson y Johansson (2005) por lo que dado el número de atributos presentes hay una clasificación definida y que se muestra en la figura 1:



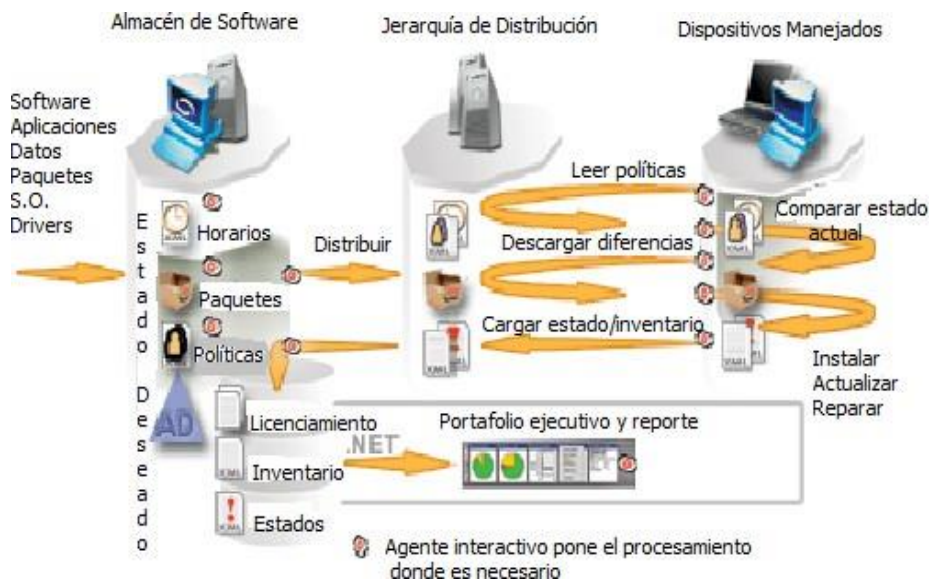
**Fig. 1 – Clasificación de agentes por comportamiento tomado de: Davidsson y Johansson (2005)**

- *Agentes de información (Information Agents)*. Son agentes que tienen acceso a fuentes de información potenciales y están capacitados para cotejar y manipular la información obtenida de esas fuentes y dar respuesta a las cuestiones planteadas por el usuario o por otros agentes. También se les llama *Agentes de Internet* pues la mayoría está capacitada para navegar por Internet con el objetivo de recolectar dicha información.
- *Agentes móviles (Mobile Agents)*. Los agentes móviles son procesos computacionales capaces de navegar por redes WAN, como Internet, interactuando con equipos, acumulando información en nombre de sus propietarios, y volver después de haber realizado las tareas requeridas por el usuario para informar a este de los resultados. Los atributos de movilidad en los agentes han introducido el concepto de programación remota, donde un mismo agente puede actuar tanto de cliente como de servidor. En la implementación de agentes móviles hay que tener en cuenta algunos temas muy importantes como son la seguridad, confidencialidad, mecanismos de transporte y autenticación.
- *Agentes interfaz (Interface agents)*. Los agentes de interfaz son asistentes personales que colaboran con el usuario en su mismo entorno. El agente

observa e interpreta las acciones realizadas por el usuario en el interfaz, aprende de ellas para poder llegar a realizarlas por sí solo y sugiere mejores caminos para realizar la tarea. Los agentes de interfaz aprenden a dar una mejor asistencia al usuario de cuatro maneras distintas:

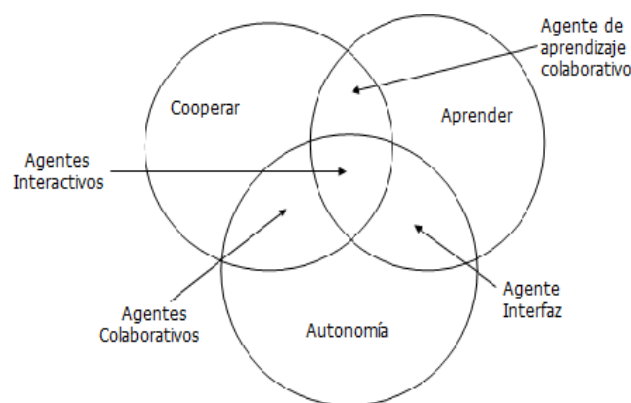
- Observando e imitando al usuario.
  - Recibiendo reacciones positivas y negativas del usuario.
  - Recibiendo instrucciones explícitas del usuario.
  - Preguntando a otros agentes.
- *Agentes colaboradores o cooperativos (Collaborative Agents)*. Estos agentes acentúan las características de autonomía y de cooperación con otros agentes con el objeto de realizar tareas efectivas para sus dueños, como señala Maciuszek y Martens (2011). Los atributos más evolucionados en estos agentes son la autonomía, sociabilidad y auto-actividad. Con el objeto de tener una coordinación organizada entre estos agentes, también deben poseer unas directivas para la negociación, y así poder alcanzar acuerdos aceptables entre ellos.
  - *Agentes reactivos (Reactive Agents)*. Los agentes reactivos representan una categoría especial de agentes que no poseen modelos simbólicos de su entorno; en su lugar actúan y responden a los estímulos que presenta el estado actual del entorno en el que están embebidos, como define Liu (1998). Una característica a destacar en los agentes reactivos es que son relativamente simples.
  - *Agentes híbridos (Hybrid Agents)*. Cada uno de los tipos de agentes mencionados hasta ahora, posee un conjunto de características típico según el tipo de agente y proporciona una serie de habilidades y deficiencias. Sin embargo, a menudo es necesario maximizar las habilidades y minimizar las deficiencias de cada tipo para conseguir un propósito particular. Una de las formas de llevar esto a cabo es adoptar una *estrategia híbrida*, es decir, combinar dos o más ontologías de agentes en una sola, concepto definido en Low y otros (2002).

- *Agentes inteligentes (Smart Agents)*: Estos agentes se puede decir que son una modificación de los agentes reactivos debido a que los adaptados tienen la capacidad de “aprender” cómo reaccionar y/o interactuar con su ambiente externo.



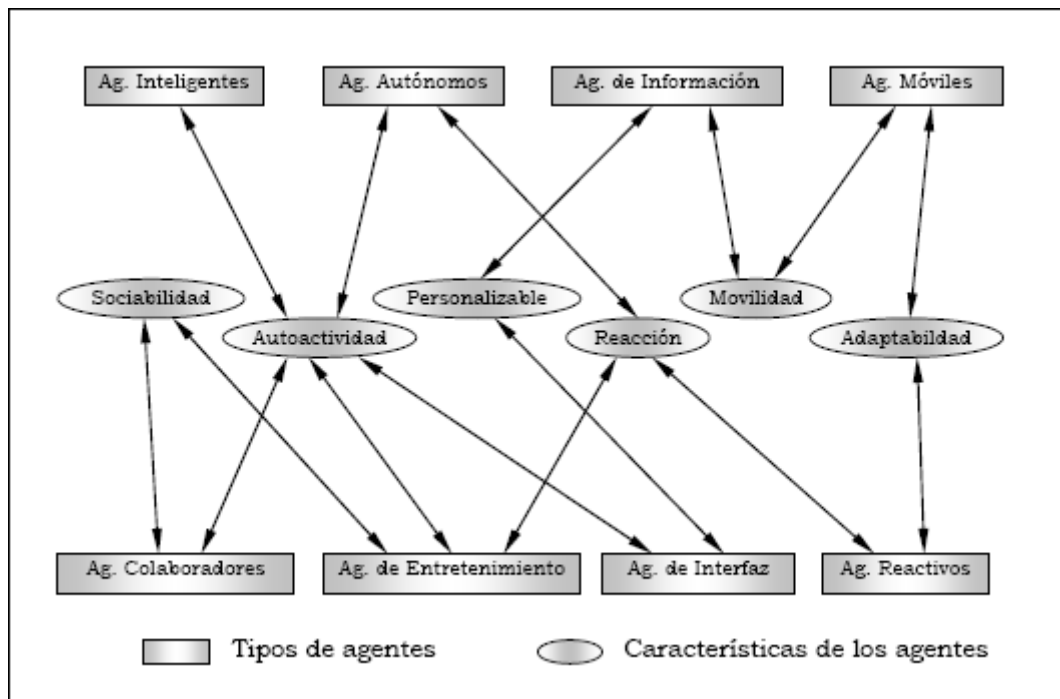
**Fig. 2. Arquitectura basada en Smart Agents, según Voorhees (1994)**

Nwana y Wooldridge (1996) establecen una clasificación de agentes basada en características básicas como cooperación, aprendizaje y autonomía, la que es representada en la figura 3



**Figura 3: relación de agentes por sus características, tomado de Nwana y Wooldridge (1996)**

Extendiendo la definición para todos los tipos de agentes incluidos y considerando casos particulares (como los agentes de entretenimiento) podemos considerar una relación de los agentes por sus características de acuerdo a la figura 4:



**Fig. 4: Relación extendida de agentes según sus características, tomado de [JENNINGS, 1992]**

### 1.2.2 Sistemas multiagentes (SMA)

En Van Dyke Parunak y otros (2004) se muestra la necesidad de implementar aplicaciones con más de un agente, por ejemplo para el manejo de juegos, y en casos complejos como la resolución de operaciones estadísticas. En este concepto se enfatiza la necesidad de cooperar y coordinar que deben realizar los agentes para realizar su trabajo.

Según Shoham y Leyton-Brown (2009) los sistemas multiagentes son importantes en problemas como en el manejo de restricciones o parámetros definidos globalmente, así también en programación dinámica distribuida como por ejemplo soluciones distribuidas problemas de decisiones Markov (MDP), algoritmos de optimización con aplicación económica, coordinación de convenciones y leyes de la sociedad, como por ejemplo reglas de tránsito.



### 1.2.3 Metodologías para el desarrollo de SMA

Como indica SANZ (2003), los SMA se desarrollan sobre middleware y proporcionan un nuevo nivel de abstracción más intuitivo. El diseño de SMA, generalmente, se aborda pensando en los agentes como entes con motivación. En lugar de modelar un sistema con componentes que ejecutan métodos, el desarrollador tiene que pensar en los objetivos que los componentes deben alcanzar y en las tareas necesarias para que lo consigan. Las técnicas convencionales de ingeniería (*RUP*, *CommonKADS*, *GRASP*) no tienen en cuenta las necesidades de especificación de los SMA, como la especificación de planificación de tareas, intercambio de información con lenguajes de comunicación orientados a agentes, movilidad del código o motivación de los componentes del sistema. La mayoría de las metodologías orientadas se construyen considerando al sistema como una organización computacional consistente en diferentes entidades interactuando. Cuando se habla de sistemas complejos, el poder identificar los diferentes subsistemas que forman parte del sistema global y las posibles interacciones y dependencias entre ellos es crucial a la hora de poder abordar su construcción. Las principales metodologías, y que se muestran en Julián y Botti (2003) son:

- **MAS-CommonKADS.** La metodología MAS CommonKADS mostrada por Mellouli y otros (2002), está basada en CommonKADS, indicada por Schreiber y otros (2000), aportando una serie de modelos para desarrollar las fases de análisis y de diseño de sistemas multiagente. La principal característica es la incorporación de técnicas orientadas a objetos a CommonKADS, la cual es tomada como eje fundamental a lo largo de todo el proceso. MAS-CommonKADS ha sido la primera en plantear un desarrollo de SMA integrado con un ciclo de vida de software, concretamente el espiral dirigido por riesgos. Propone siete modelos para la definición del sistema: agente, tareas, experiencia, coordinación, comunicación, organización y diseño. Cada modelo presenta referencias a la teoría sobre la que se basa. El modelo en sí parte de una descripción gráfica que luego se complementa con explicaciones en lenguaje natural de cada elemento. Existe por cada modelo una descripción de las dependencias respecto de otros modelos y de las actividades involucradas. Estos modelos se hayan descritos ampliamente en Julián y Botti (2003) en

lenguaje natural, complementándose con otras notaciones como SDL (*Specification and Description Language*) indicada en ITU (1999a) o MSC (*Message Sequence Chart*) vista en ITU (1999b) para describir el comportamiento de los agentes cuando interactúan.

- **GAIA.** La metodología GAIA, señalada por Wooldridge y otros (2000) se centra en la idea de que la construcción de sistemas basados en agente es un proceso de diseño organizacional. Cabe resaltar el hecho de que la metodología que proponen es muy genérica, no indicando posibles mecanismos para poder llegar a un sistema directamente ejecutable. En GAIA se entiende que el objetivo del análisis es conseguir comprender el sistema y su estructura sin referenciar ningún aspecto de implementación. Esto se consigue a través de la idea de *organización*. Una organización en GAIA es una colección de roles, los cuales mantienen ciertas relaciones con otros y toman parte en patrones institucionalizados de interacción con otros roles. Los roles agrupan cuatro aspectos: responsabilidades del agente, los recursos que se le permite utilizar, las tareas asociadas e interacciones.

GAIA propone trabajar inicialmente con un análisis a alto nivel. En este análisis se usan dos modelos, *el modelo de roles* para identificar los roles clave en el sistema junto con sus propiedades definitorias y el *modelo de interacciones* que define las interacciones mediante una referencia a un modelo institucionalizado de intercambio de mensajes, como el FIPA-Request según FIPA (2002). Tras esta etapa, se entraría en lo que GAIA considera diseño a alto nivel. El objetivo de este diseño es generar tres modelos: el *modelo de agentes* que define los tipos de agente que existen, cuántas instancias de cada tipo y qué papeles juega cada agente, el *modelo de servicios* que identifica los *servicios* (funciones del agente) asociados a cada rol, y un *Modelo desconocido*, que define los enlaces de comunicaciones que existen entre los agentes.

A partir de aquí, los autores de GAIA proponen aplicar técnicas clásicas de diseño orientado a objetos. Sin embargo, GAIA declara que queda fuera de su ámbito. Esta metodología sólo busca especificar cómo una sociedad de agentes colabora para alcanzar los objetivos del sistema y qué se requiere de cada uno para lograr esto último.

Actualmente se están desarrollando herramientas para modelar gráficamente usando GAIA, como indica Gorodetski y otros (2004), se está ampliando el campo de acción para abarcar la implementación de sistemas abiertos complejos como indica Juan y otros (2002). Debe indicarse que la metodología está en plena expansión como se indica en Zambonelli y otros (2003), e inclusive, en Garcia-Ojeda y otros (2004) se presenta los fundamentos para la extensión de GAIA con el fin de usar AUML.

- **DESIRE** Pereira y otros (2009) determina que la principal contribución de DESIRE es que constituye un entorno lo suficientemente expresivo para permitir a los diseñadores de sistemas multiagente centrarse en el diseño conceptual y la especificación de su sistema. El entorno de modelamiento de alto nivel de DESIRE permite automáticamente generar prototipos de aplicaciones directamente desde la especificación.

- **MASSIVE**. El método de desarrollo de sistemas multiagente MASSIVE (Multi-Agent SystemS Iterative View Engineering) desarrollado en el DFKI en Henderson-Sellers y Giorgini (2005), y está constituido por un conjunto de vistas diferentes del sistema a construir donde el desarrollo que se sigue consiste en una visión iterativa del mismo. En él se combinan procesos de reingeniería junto con un método en cascada mejorado que permite realizar refinamientos.

- **AUML** mostrado por Odell y otros (2000) Este trabajo, desarrollado fundamentalmente por Parunak y Odell, no es en sí una metodología o un método, sino que se centra más en intentar adaptar herramientas de desarrollo ya existentes y que están teniendo éxito para aplicaciones industriales reales, como es el caso de UML, tratando de orientarlas hacia el campo de los agentes. Actualmente cuenta con una documentación disponible escrita por Bauer (2001) donde se detalla la metodología y los proyectos que se realizan, tiene la característica de adoptar vistas similares a las de UML.

- **Tropos**. En Tropos, según Castro y otros (2002), se presenta una metodología de desarrollo de software basado en agentes mediante extensiones de UML e inclusive existe actualmente una extensión denominada Xipho como indica Murukannaiah y Singh (2014). El concepto principal sobre el

que se desarrolla el proceso de análisis y modelado es el de actor, así como sus objetivos y posibles dependencias con otros actores.

- **MaSE** (Multiagent System Engineering) Descrita por Wood (2000). Es una metodología desarrollada en el Air Force Institute of Technology. Dicha metodología trata de cubrir todas las etapas en el proceso de construcción de un sistema multiagente, partiendo de la especificación del mismo hasta su implementación. Dispone de un lenguaje de especificación basado en UML+OCL y una herramienta de desarrollo denominada AgentTool que trata de cubrir la totalidad de fases de la metodología pero que por el momento se queda en sólo una parte de ellas.

- **MESSAGE** (Methodology for Engineering Systems of Software Agents) Descrita en EURESCOM (2001), es una metodología orientada a agentes la cual incorpora técnicas de ingeniería del software cubriendo el análisis y diseño de sistemas multiagente. La metodología provee un lenguaje, un método y unas guías de cómo aplicar la metodología, centrándose en las fases de análisis y diseño y lanzando ideas sobre el resto de etapas como implementación, pruebas e implantación.

A continuación, en la tabla 1 se muestra una recopilación de los diagramas de algunas de las metodologías reseñadas:

	<i>VISTAS O FASES EN ANÁLISIS</i>	<i>VISTAS O FASES EN DISEÑO</i>
<b>Kinny</b>	Modelo de Agente Modelo de Interacción Modelos de Creencias Objetivos y Planes	Refinamiento de los modelos del análisis
<b>GAIA</b>	Modelo de Roles Modelo de Interacción	Modelo de Agente Modelo de Servicios Modelo de Conocimiento
<b>Burmeister</b>	Modelo de Agente Modelo de Organización Modelo de Cooperación	Refinamiento de los modelos del análisis
<b>MAS-C. Kads</b>	Fase de Conceptuación Modelo de Organización Modelo de Agente Modelo de Tareas Modelo de la Experiencia M. Comunicación y Coord.	Diseño de Red Diseño de Agentes Diseño de Plataforma
<b>MASSIVE</b>	Vista de Tareas Vista de Entorno Vista de Sistema	Vista de Roles Vista de Interacción Vista de Sociedad Vista de Arquitectura Vista de Sistema
<b>TROPOS</b>	Requerimientos Iniciales Requerimientos Finales (Modelo actores y organización)	Diseño Arquitectónico (Refinado y creación de agentes) Diseño Detallado (Modelo interno de agentes)
<b>MaSE</b>	Captura de Objetivos Aplicación casos de uso Transformación de Roles Creación clases de agente	Construcción de conversaciones Ensamblado clases de agente Diseño del sistema
<b>MESSAGE</b>	Modelo de Organización Modelo de Objetivos/Tareas Modelo de Agente Modelo de Interacción Modelo de Dominio	Refinamiento de modelos (Organización e Interacción) Modelo interno de agentes (Elección de Arquitectura)

**Tabla 1 Diagramas de análisis y diseño de algunas de las metodologías, tomado de Julián y Botti (2003)**

Puede verse en la tabla 2 un comparativo general de las diferentes metodologías existentes así como las herramientas existentes para cada una.

	KINNY	GAIA	BURMEISTER	MAS-C. KADS
<i>Fases* consideradas</i>	AD	AD	AD	AD
<i>UML</i>	Empleo de OMT	-	-	Empleo notación OO en algunas fases
<i>Tipo Sistema</i>	Cerrado, no dinámico	Cerrado, no dinámico	Cerrado, no dinámico	Cerrado, no dinámico
<i>Orientación</i>	Extensiones OO	-	Extensiones OO	Ing. del conocimiento
<i>Movilidad</i>	NO	NO	NO	NO
<i>Tiempo Real</i>	NO	NO	NO	NO
<i>Herramienta desarrollo</i>	-	-	NO	SI, AgentEditor
<i>Limitaciones</i>	Sólo agentes BDI	Diseño alto nivel Máx. 100 tipos de agentes	Poco detallada	Complejidad Common-KADS
<i>Guías resto</i>	NO	NO	NO	Pequeños trazos
<i>Caract. interacciones</i>	No indicado	Modelado de interacciones independiente	Empleo KQML	Empleo KQML
<i>Arquitectura agente</i>	BDI	Independiente	Independiente	Independiente Empleo arq.propia
	MASSIVE	TROPOS	MaSE	MESSAGE
<i>Fases* consideradas</i>	ADI	ADI	AD(I)	AD
<i>UML</i>	SI	SI	SI (UML+OCL)	SI
<i>Tipo Sistema</i>	Cerrado, no dinámico	Cerrado, no dinámico	Cerrado, no dinámico	no dinámico
<i>Orientación</i>	Iterative View Engineering	Basada en el Objetivo Modelo i*	Basada en el Objetivo	Ing. Software + Teoría agentes
<i>Movilidad</i>	NO	NO	NO (en un futuro)	NO
<i>Tiempo Real</i>	NO	NO	NO	NO
<i>Herramienta desarrollo</i>	-	En un futuro	Si AgentTool	Guía herramientas a emplear
<i>Limitaciones</i>	-	Sin finalizar	Max. 10 clases de agente	-
<i>Guías resto fases</i>	-	Req. iniciales e implementación	Implementación en un futuro	SI
<i>Caract. interacciones</i>	Empleo KQML	AUML	Independiente, no broadcast	AUML
<i>Arquitectura agente</i>	Independiente	Uso de JACK (BDI)	Independiente	Según diseño

**Tabla 2 Comparativa general de metodologías, descrita por Julián y Botti (2003)**

### 1.2.4 Usabilidad

Pocos avances tecnológicos han tenido un impacto similar a la web en la historia de la humanidad. La web por su extensión y aplicaciones es vista como una nueva disciplina, descrita como la ciencia de los sistemas de información descentralizados, y que esta en constante evolución con nuevas herramientas y tecnología emergentes, tal como lo describe Shneiderman (2007). El uso de la web, con más de 1,142,444,205 de sitios web<sup>2</sup>, tan sólo en su parte pública indexada, sin considerar siquiera la web oculta, se está convirtiendo rápidamente en la indiscutible opción en la cual buscar cuando alguien tiene una necesidad de información, por ello la facilidad y comodidad de su uso es un parámetro importante a observar.

IBM al implementar su producto RequisitePro, según Eeles (2004) desarrolló un conjunto de atributos de la calidad del software a los que se dio el acrónimo FURPS+: funcionalidad, usabilidad, confiabilidad, rendimiento y mantenibilidad. Los atributos de calidad FURPS+ representan el objetivo de todo diseño de software, es decir un grupo de medidas tendientes a la evaluación apropiada del ciclo de vida de software que no solamente está basado en un buen diseño y construcción, sino también en el funcionamiento y facilidad de uso del producto informático obtenido. En este contexto, la usabilidad se define, según Uxpa (2005) como “la medida en la que un producto puede ser utilizado por usuarios específicos para alcanzar objetivos definidos con eficacia, eficiencia y satisfacción en un contexto específico de uso”. en el ámbito de estudio *Interacción persona-computador* como una disciplina que busca que los usuarios se sientan cómodos al usar un software determinado, por ello a partir de esta idea se sugiere el concepto de que si el software es capaz de atraer al usuario, entonces tiene calidad y se puede afirmar de que hay una técnica de usabilidad correctamente aplicada, esto es muy importante dentro de los límites de esta investigación debido a que es el entorno web el medio en donde residirá la aplicación informática, por ello el objetivo primordial es lograr que las aplicaciones de gestión de tipo Web marquen la diferencia entre adquirir un software diseñado para realizar las funcionalidades de este y otro diseñado con el mismo objetivo, pero que además le facilite el trabajo al usuario. En Hasan y

---

<sup>2</sup> <http://www.internetlivestats.com/total-number-of-websites/>

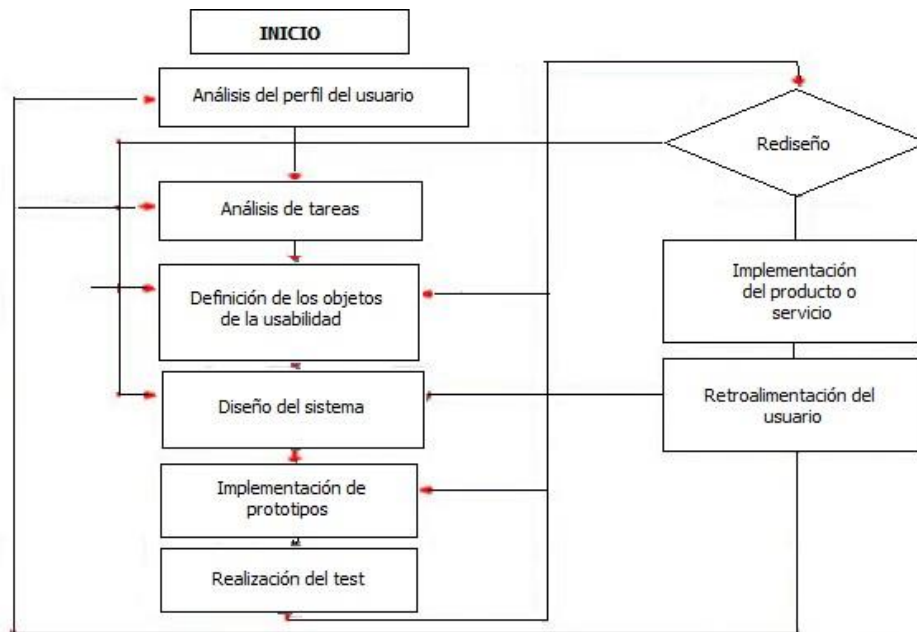
Al-Sarayreh (2015) se establece que este concepto es primordial ya que actualmente se utilizan productos de alta tecnología y virtualmente todos ellos —electrónica para el consumidor, equipo industrial, sistemas corporativos, sistemas militares, software de computadoras personales y *aplicaciones web*— requieren interacción humana. Si un producto ha de alcanzar el éxito, debe tener buena *usabilidad*: que puede ser usado como medición cualitativa de la facilidad y eficiencia con la que un humano emplea las funciones y características que ofrece el producto de alta tecnología.

La usabilidad importa, ya sea que una interfaz haya sido diseñada para un reproductor de música digital o para el sistema de control de armas de un avión de combate. Si los mecanismos de la interfaz están bien diseñados, el usuario se desliza por la interacción a un ritmo suave que hace que el trabajo se realice sin esfuerzo. Pero si la interfaz fue mal concebida, el usuario avanza y retrocede y el resultado final es frustración y poca eficiencia en el trabajo. En Pressman (2002) se incluye todo un capítulo (capítulo 11) para explicar las características del diseño de interfaz de usuario y posteriormente en el capítulo 20 se desarrollan pruebas de usabilidad destinadas a comprobar el buen diseño de una aplicación web.

### **1.3 INVESTIGACIONES**

Dentro del concepto de usabilidad se presentan los trabajos de Beltré Ferreras (2008), en el cual autor en su trabajo de tesis de maestría aborda el tema de la Ingeniería de la Usabilidad, la cual es definida como una “aproximación metodológica que permite desarrollar aplicaciones interactivas con el parámetro de la facilidad de uso o usabilidad como objetivo preferente”, en dicho trabajo especifica un modelo de ciclo de vida que se aplica a la Ingeniería de usabilidad, el cual se observa a continuación:





Fuente: Beltré Ferreras, 2008. Tesis doctoral: "Aplicación de la usabilidad al proceso de desarrollo de páginas Web".

**Fig.13 Ciclo de vida de la Ingeniería de Usabilidad, tomado de PERURENA y MORAGUEZ (2013)**

Por otro lado ISO (1998) define el estándar **ISO 9241-11**, el cual contiene en su norma una visión sobre la aceptabilidad de un producto, la cual se fundamenta en:

- Eficacia (effectiveness): Representa la exactitud con la cual los usuarios alcanzan sus metas especificadas.
- Eficiencia (efficiency): Los recursos gastados con relación a la certeza con la cual los usuarios logran las metas.
- Satisfacción: la comodidad y la aceptabilidad del uso.

Posteriormente se define la norma ISO/IEC 9126-1 FDIS, según ISO/IEC (2000), la cual se define la usabilidad (capacidad de un producto software de ser comprendido, aprendido, usado y de ser atractivo para el usuario, en condiciones específicas de uso) como una contribución relativamente independiente a la calidad del software asociado con el diseño y la evaluación de la interfaz del usuario y su interacción.

Es por eso que no depende solo del producto, sino también del usuario, quien le confiere o no dichas capacidades. Esta definición hace énfasis en los atributos internos y externos del producto, los cuales contribuyen a su usabilidad, funcionalidad y eficiencia. La usabilidad depende no solo del producto, sino también del usuario. Por eso un producto no es en ningún caso intrínsecamente usable; solo tendrá la capacidad de ser usado en un contexto particular y por usuarios particulares. La calidad de uso es el efecto combinado de las categorías internas y externas de calidad del producto cuando está en uso.

Dentro del estándar, según ISO/IEC (2000) se define como: "la capacidad del producto de software de permitir a usuarios específicos alcanzar metas específicas con efectividad, productividad, seguridad y satisfacción en un contexto de uso determinado".

## 1.4. MARCO CONCEPTUAL

- **Tecnología Web:** A partir de la masificación de Internet y más aún en los tiempos modernos, la web es una gran herramienta de mercadeo, es una tecnología que puede usarse desde cualquier lugar y disponible los 365 días del año. Además de esto, este medio le permite relacionarse más estrechamente con clientes y proveedores alrededor del mundo, conocerlos mejor, para saber cuáles son sus gustos y exigencias, mejorando así la calidad del servicio brindado por usted, ofreciéndole oportunamente productos y servicios relacionados a sus necesidades presentes y futuras. Dentro de esta idea se sitúa la necesidad de desarrollar aplicaciones destinadas a satisfacer las necesidades del usuario, por ello la Tecnología Web es aquella que hace uso de todas aquellas tecnologías para la interconexión de ordenadores y las tecnologías de presentación y configuración e implementación de páginas Web, presentando su funcionamiento tan intuitivo y sencillo al usuario. La figura 5 muestra la manera como esta implementada la tecnología web:

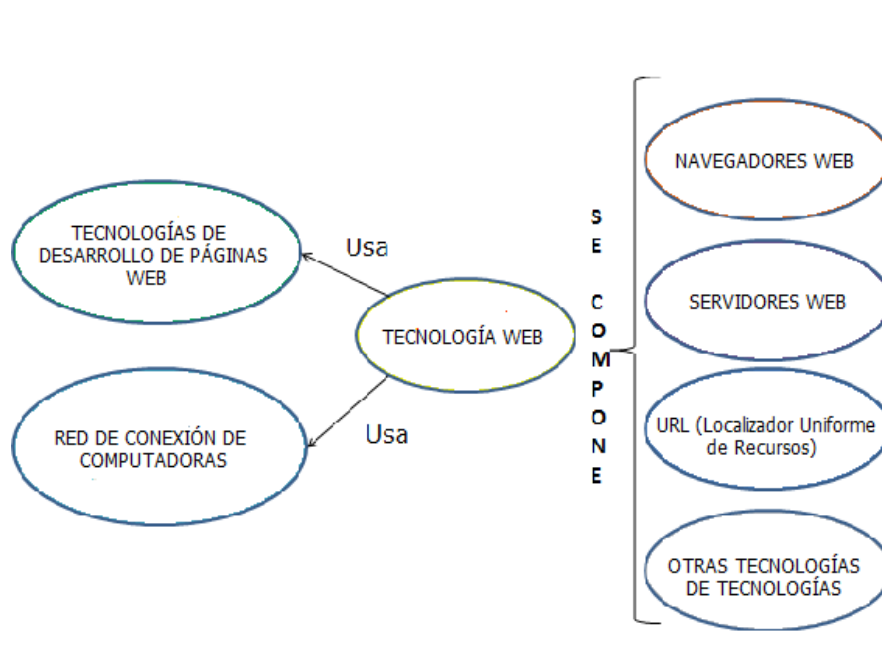
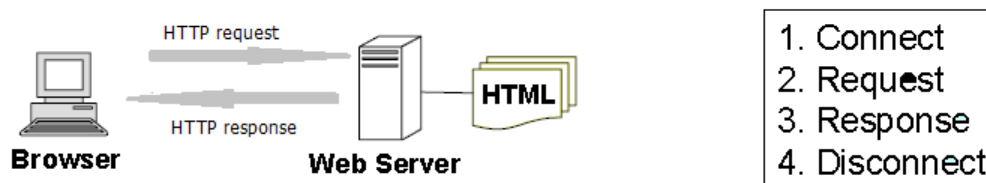


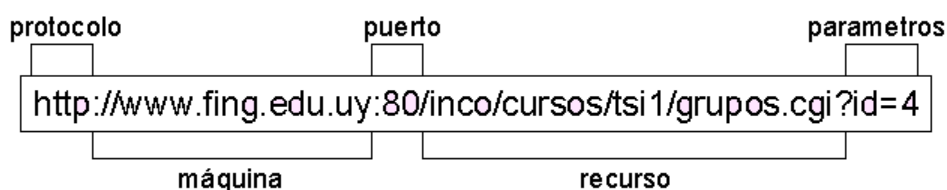
Fig. 5: Esquema de funcionamiento de Tecnología Web según SONCCO (2008)

El funcionamiento de los sistemas basados en Web requiere de la utilización del protocolo HTTP cuyo esquema se muestra en la figura 6:

## HTTP: HyperText Transfer Protocol



– URL: Uniform Resource Locator



**Fig. 6: Protocolo HTTP de (implementación propia)**

- Sistemas Distribuidos:** El término sistemas distribuidos apareció hace relativamente poco en la historia de los sistemas de información. Varios factores contribuyeron a esto. Las computadoras se hicieron más y más baratas, además de ello pueden ser reunidas en un solo lugar a través de una red. Decenas de miles de computadoras pueden caber en un edificio, mientras que en el pasado sólo una de ellas entraba en una habitación de gran tamaño, por otro lado, su precio a menudo se reduce rápidamente permitiendo su masificación. Más importante aún, las computadoras son cada vez más rápidas y a la par de ello, la interconexión de tecnologías ha avanzado hasta el punto que es muy fácil y de bajo costo conectar varias computadoras juntas. A través de redes de área local, podemos esperar que la conectividad pueda desarrollar velocidades de transferencia de decenas de Mbits /seg a una Gbit / segundo, según sea el paquete de datos a enviar.
 

Tannenbaum y Van Steen (2007) definen un sistema distribuido como una "colección de equipos independientes que aparecen a los ojos de

los usuarios del sistema como un solo equipo. "Hay dos puntos esenciales en esta definición. El primero es el uso de la palabra independiente. Esto significa que, arquitectónicamente, las máquinas son capaces de operar de forma independiente. El segundo punto es que el software permite a esta serie de máquinas conectadas a aparecer como un solo equipo para los usuarios del sistema. Esto se conoce como la imagen de sistema único y es un objetivo de mayor importancia en el diseño de sistemas distribuidos que son fáciles de mantener y operar, esta funcionalidad se muestra en la figura 7.



**Fig. 7: Estructura de un Sistema Distribuido, tomado de internetsistemadistribuidoglobal (2011)**

- **Usabilidad:** La usabilidad es una condición necesaria pero no suficiente para ofrecer una buena accesibilidad. El concepto de accesibilidad es más amplio, cuando hablamos de usabilidad nos estamos restringiendo a un usuario de la audiencia objetivo del sitio y cuando hablamos de accesibilidad nos estamos refiriendo al máximo rango posible de usuarios, incluyendo a personas con discapacidad.

En muchas ocasiones se asocia, también, el concepto de experiencia del usuario con usabilidad. La experiencia del usuario es un concepto mucho más amplio que usabilidad, podemos decir que la experiencia del usuario engloba a la usabilidad. La usabilidad - anglicismo que significa

"facilidad de uso" - como indican Bevan, Kirakowski, y Maissel, descrito por Hassan y otros (2004) parece tener su origen en la expresión "user friendly", que es reemplazada por sus connotaciones vagas y subjetivas. La definición más extendida es la ofrecida por la ISO, que define usabilidad como el "grado de eficacia, eficiencia y satisfacción con la que usuarios específicos pueden lograr objetivos específicos, en contextos de uso específicos". En esta definición se puede observar que la usabilidad se compone de dos tipos de atributos:

- Atributos cuantificables de forma objetiva: como son la eficacia o número de errores cometidos por el usuario durante la realización de una tarea, y eficiencia o tiempo empleado por el usuario para la consecución de una tarea.
- Atributos cuantificables de forma subjetiva: como es la satisfacción de uso, medible a través de la interrogación al usuario, y que tiene una estrecha relación con el concepto de usabilidad percibida.
- Como se indica en la definición, la usabilidad de una aplicación debe ser entendida siempre en relación con la forma y condiciones de uso por parte de sus usuarios, así como con las características y necesidades propias de estos usuarios. Un diseño no es en sí mismo usable: "lo es para usuarios específicos en contextos de uso específicos".
- El concepto de usabilidad puede ser definido, además como atributo de calidad de una aplicación, consecuentemente, como disciplina o enfoque de diseño y evaluación. Se suele hablar entonces de Ingeniería de la Usabilidad – conjunto de fundamentos teóricos y metodológicos que aseguren el cumplimiento de los niveles de usabilidad requeridos para la aplicación-. Una forma de mostrar la usabilidad se indica en la figura 8:



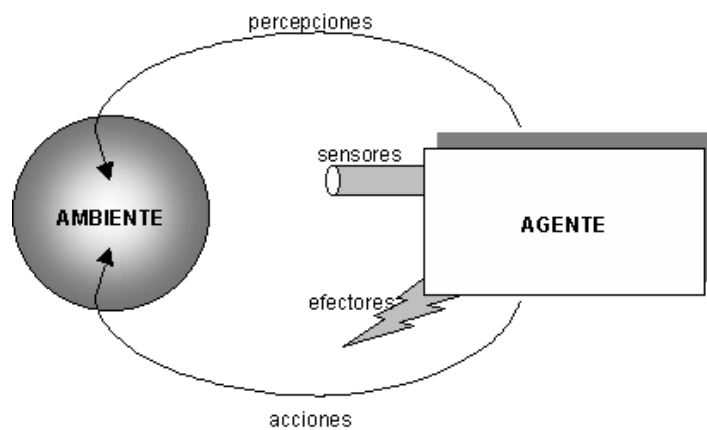
**Fig. 8 Usabilidad dentro del diseño de una interfaz de usuario tomado de ISLAVISUAL (2012)**

- **Agente:** Un Agente de Software se define como una entidad o componente de tipo autónomo, que percibe las entradas sensibles de su entorno y a partir de tales percepciones determina las acciones a seguir. Dichas acciones son ejecutadas de forma autónoma y flexible, lo cual permite alcanzar sus objetivos y modificar el entorno como indica Ivanovic y Budimac (2012) .

Un Agente puede dividirse en dos partes. La primera está relacionada con el conocimiento que posee acerca del mundo exterior (entorno), sus habilidades y la de otros agentes. La segunda parte comprende el procesamiento dinámico que el agente realiza de los mensajes y la definición de su razonamiento ante problemas e información nueva. Para modelar el mundo que conoce y llevar adelante las interpretaciones necesarias para cumplir con sus objetivos, un agente de software hace uso de ontologías.

Pavon (2000) indica que los agentes cumplen con los requerimientos para los cuales fueron entrenados. El usuario “delega” en el agente una o varias tareas que debe llevar a cabo quedando a la espera de los

resultados. Dichas tareas son a menudo fáciles de especificar, pero -en algunos casos – complejas de realizar, como se muestra en la figura 9. Los investigadores en el campo de los agentes computacionales han dado varias definiciones al término, cada uno desde su óptica particular, fundamentada básicamente en la línea de investigación en la cual trabajan (Inteligencia Artificial, Ingeniería de Software, Sistemas Autónomos).

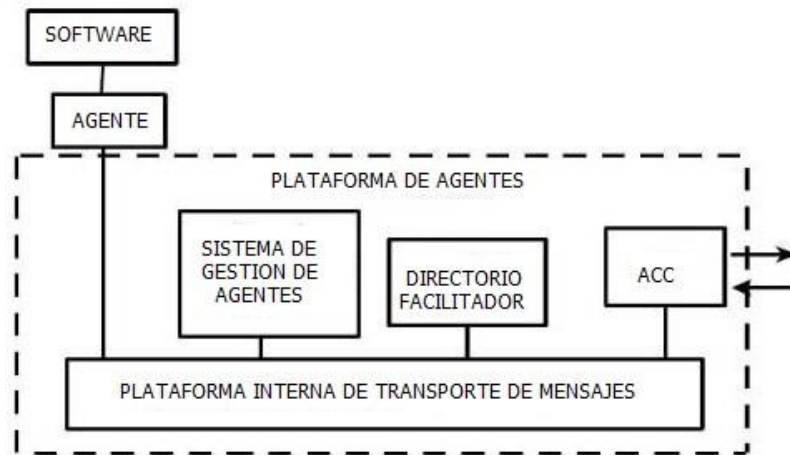


**Fig. 9 Representación de un agente, por Pavon (2000)**

- **FIPA:** FIPA es una organización de estándares IEEE Computer Society que promueve la tecnología basada en agentes y la interoperabilidad de sus normas con las otras tecnologías. Esta institución que establece una organización de estándares para los agentes y sistemas multiagente fue aceptado oficialmente por el IEEE como su comité de estándares undécimo el 8 de junio de 2005, según FIPA (2002)

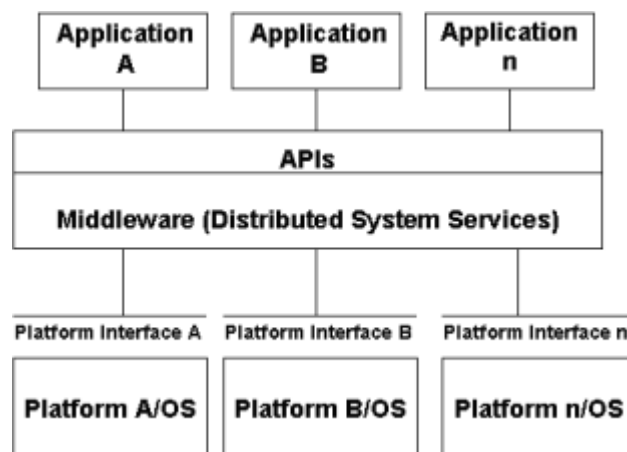
Las especificaciones FIPA representan una colección de normas que tienen por objeto promover la interoperabilidad de agentes heterogéneos y los servicios que puedan representar. El ciclo de vida de las especificaciones detalla qué etapas de una especificación se puede alcanzar si bien es parte del proceso de estándares FIPA. Cada especificación se le asigna un identificador de especificación a medida que entra el ciclo de vida especificación FIPA. Las especificaciones mismas se pueden encontrar en el repositorio de la institución y pueden ser accedados vía web, como la figura 10 que se muestra.





**Fig. 10 Estructura de una plataforma de agentes, según FIPA (2002)**

**Middleware:** Software de conectividad que consiste en un conjunto de servicios que permiten interactuar a múltiples procesos que se ejecutan en distintas máquinas a través de una red. De acuerdo con Tannenbaum y Van Steen (2007) ocultan la heterogeneidad y proveen de un modelo de programación conveniente para los desarrolladores de aplicaciones. A partir de este concepto se desarrollaron otras definiciones como la establecida por la organización IETF (Internet Engineering Task Force) que en mayo de 1997 dijo que el middleware “puede ser visto como un conjunto de servicios y funciones reutilizables, expandibles, que son comúnmente utilizadas por muchas aplicaciones para funcionar bien dentro de un ambiente interconectado”. Una representación se muestra en la figura 11



**Fig.11 Middleware, tomado de TANNENBAUM AND VAN STEEN  
(2007)**

En general, se puede decir que es un software que puede incrementar significativamente la reusabilidad mediante soluciones utilizables rápidamente y basadas en estándares aplicables a problemas y tareas comunes en programación. Permite concentrarse en asuntos propios de la aplicación y olvidarse de problemas comunes, estructurales o no, ya resueltos previamente de forma elegante y satisfactoria según Guerra (2011).

## **CAPÍTULO II**

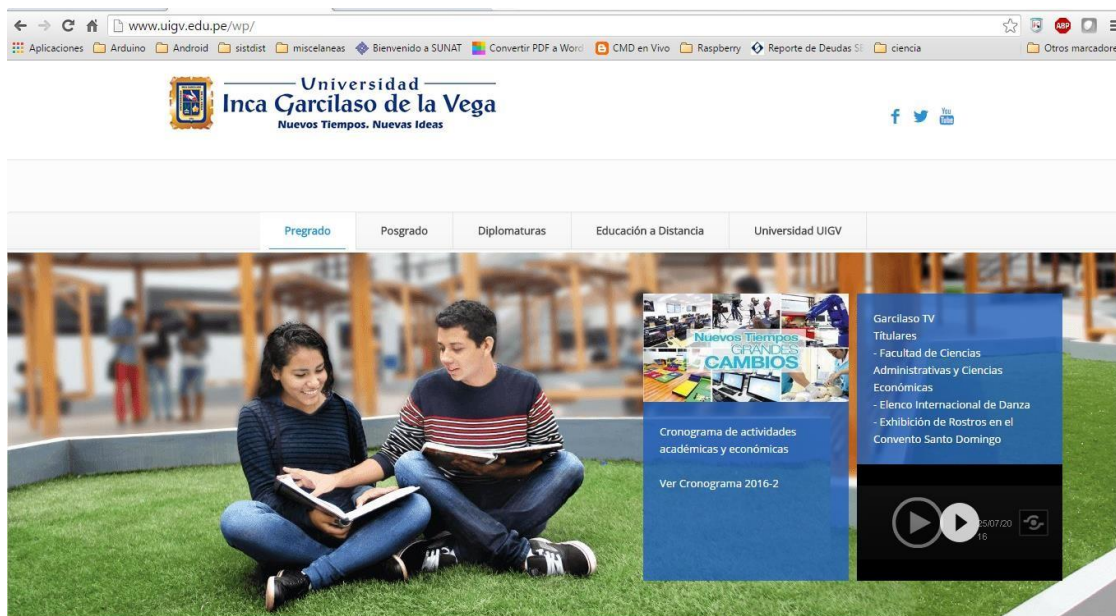
### **EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

##### **2.1.1 Descripción de la Realidad Problemática**

El portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega es una aplicación web desarrollada para ofrecer diferentes servicios disponibles en cada una de las dependencias que la institución posee, así como mostrar información relevante y actualizada sobre la Universidad, la oferta educativa que ofrece (estudios en

pregrado y posgrado) así como noticias del quehacer cotidiano de la institución. Para ello, a través de enlaces (hipervínculos) se puede acceder a Facultades, Unidades de Investigación, Educación a Distancia, etc, cuyo portal actual se muestra en la figura 12.



**Fig. 12. Portal actual de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. (Imagen actual)**

Por ejemplo, al hacer uso del enlace postgrado se muestra la página de acceso a la Escuela de Postgrado la cual muestra todo tipo de información tanto de maestrías, doctorados y diplomados que esta escuela ofrece (figura 13).



### Fig.13 Página de la Escuela de Postgrado de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. (imagen actual)

Otro ejemplo, es la implementación de la página web de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones la cual se muestra a continuación (figura 14):



### Fig.14 Página de la Facultad de Ingeniería de Sistemas, Cómputo y Telecomunicaciones de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. [imagen actual]

Como se observa en el actual sitio web de la universidad la gran mayoría de los enlaces se refieren a páginas web que muestran información destinada a consultas, mayormente de tipo académicas. Sin embargo, si se desea implementar servicios administrativos en cualquiera de las diferentes dependencias de la universidad esto podría causar una complicación relativamente mayor, puesto que no solo tendría que implementarse páginas web para dichos servicios sino también tendría que definirse los enlaces que deberían construirse para acceder a dichos servicios. Dada la organización descentralizada que la universidad posee implementar operaciones o trámites sobre:

- Consulta o préstamo de libros a biblioteca

- Seguimiento de trámites o expedientes
- Consultas o solicitudes en línea a la Oficina de Recursos Humanos
- Solicitudes de beca o facilidades de pagos en Bienestar Social
- Otros servicios de carácter administrativo

Implicaría activar innumerables enlaces contruidos para tareas que en algunos casos serían repetitivas, por ejemplo, consultar a la biblioteca de sistemas o consultar a la biblioteca de contabilidad, que hacen las mismas acciones, pero deben tener enlaces distintos, páginas distintas aun cuando realizan las mismas acciones, haciendo incómoda, poco atractiva y poco usable la implementación de este tipo de servicio. Una solución alternativa a este problema es la externalización del servicio, como se hace actualmente con el correo electrónico, el sistema de notas y los foros o sitios de mensajes a los alumnos que están utilizando a través del servicio live@edu proporcionado por la empresa Microsoft. La desventaja de esta operación radica en la pérdida de control por parte de la institución de estos servicios pero que responde por el momento a una solución razonable dado el contexto en el que se desenvuelve la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

Por lo tanto, aprovechando la no existencia de servicios en línea para operaciones de trámite administrativo desarrollar una propuesta en la que con una interfaz única, el usuario pueda acceder a los diferentes servicios descritos en párrafos anteriores sin necesidad de pasar por diferentes páginas para poder completar su requerimiento, para ello la implementación de un sistema multiagente permitirá el enlace de estos servicios independientemente de la Facultad donde se encuentren y realizando el proceso por trámite solicitado por el usuario de manera transparente con lo cual la usabilidad del sistema será superior al modelo que actualmente utiliza la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

### **2.1.2. Antecedentes Teóricos**

Consultando información de tesis y publicaciones a nivel nacional e internacional encontramos información sobre las variables de estudio que a continuación se muestran:

1. Autor: JESÚS ARTURO PÉREZ DÍAZ.

Título: SAHARA, ARQUITECTURA DE SEGURIDAD INTEGRAL PARA SISTEMAS DE AGENTES MÓVILES BASADOS EN JAVA

TESIS DOCTORAL, DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA, UNIVERSIDAD DE OVIEDO.

Esta tesis describe una arquitectura de seguridad para proteger a un sistema de Agentes Móviles de los diversos ataques que puede sufrir, la protección del servidor contra agentes se consigue asignando permisos particulares de acceso a cada autoridad remota sobre cada recurso específico del sistema.

La asignación de dichos permisos a cada agente se realiza en su llegada cuando se valida su firma digital. De igual forma a cada agente y a cada autoridad remota se le impondrá una cantidad de asignaciones que determina la cantidad de HD, RAM, etc., que cada agente o autoridad podrá consumir dentro de un sistema remoto.

Se logra crear un sistema de agentes móviles muy seguro con una interfaz gráfica que facilita su gestión y que puede ser usado en cualquier tipo de aplicaciones de agentes móviles, principalmente en aquellas que requieran un mínimo nivel de seguridad, ya que el sistema garantiza transacciones seguras para todas las aplicaciones que lo requieran. Contribuyendo con esto a la difusión de la tecnología.

Los objetivos que perseguía esta tesis eran crear una arquitectura de seguridad integral para los sistemas de agentes móviles que ofrezca un entorno de ejecución seguro en todo sistema que la implemente, garantizando:

- Protección total del servidor contra cualquier ataque.
- Protección total en la transmisión de agentes.
- Protección de los agentes móviles.

- Que la arquitectura sea modular, escalable y versátil para que pueda ser integrada con sistemas existentes.
- Que sea factible su implementación y conserve un rendimiento adecuado.

Este trabajo que define un modelo de agentes con políticas de seguridad bastante confiables, presenta las siguientes conclusiones:

- Se creó una arquitectura de seguridad integral genérica para sistemas de agentes móviles que ofrece protección total para el servidor, para la transmisión de agentes e información y para los agentes móviles. La arquitectura hace uso de las técnicas de criptografía más actuales, es versátil, eficiente, escalable y dinámica en tiempo de ejecución.
- Se probó su factibilidad creando un SAM con un entorno visual de ejecución. Al incorporar la arquitectura se logró tener un sistema seguro y eficiente que permite el desarrollo de cualquier tipo de aplicaciones de agentes móviles incluyendo a aquellas que exigen los más grandes requisitos de seguridad.
- Dentro de la implementación de la propuesta se logró:
  - Autenticación de autoridades de servidores y agentes.
  - Autorización de recursos individuales con privilegios de acceso específicos para cada autoridad reconocida en el sistema (tanto para locales como para remotas).
  - Control mediante asignaciones de los recursos consumidos en el sistema por agente y por autoridad o sistema remoto.
  - Uso de dominios de protección para facilitar el cumplimiento de privilegios.
  - Transmisión segura de agentes mediante SSL.
  - Protección del agente mediante firmas digitales para el código y la técnica de encriptación de mapas de bits y puertas XOR para los datos.

**2. Autor: VICENTE RAMÓN TOMÁS LÓPEZ.**

Año: 2007

Título: TÁCTICAS MIXTAS PARA LA NEGOCIACIÓN AUTOMÁTICA DE MÚLTIPLES SERVICIOS CON INFORMACIÓN INCOMPLETA EN ENTORNOS MULTIAGENTE. APLICACIÓN A PROBLEMAS DE GESTIÓN DE TRÁFICO

TESIS DOCTORAL, DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA, UNIVERSIDAD DE VALENCIA.

El incremento del tráfico por carretera, unido a su comportamiento dinámico y a otros factores externos (problemas meteorológicos, eventos públicos, etc.) genera incidentes que afectan a la vialidad de la carretera, evento similar a lo manifestado en el presente trabajo sobre los servicios que se solicitarán a través del sistema multiagente.

Para solucionar o paliar los problemas producidos por estos incidentes, los organismos encargados de la gestión del tráfico deben desarrollar estrategias de gestión que garanticen la circulación. Una de estas estrategias es la activación de itinerarios alternativos, que permite a los usuarios de la red viaria alcanzar sus destinos evitando los problemas producidos por el incidente.

Las características distribuidas de este entorno, el volumen de información a analizar y la necesidad de alcanzar acuerdos lo más rápido posible, requieren la utilización de entornos donde se puedan aplicar técnicas de negociación automática, como los sistemas multiagente.

A partir de la formulación de este trabajo se desarrolla el modelo aplicado a ITS, con lo cual se realiza una gestión de control de tránsito, así como el concepto de negociación inteligente destinada a definir de manera apropiada la interacción de los agentes dentro del sistema, dentro de reglas de negociación que se establecen para lograr funcionar el sistema.

El autor después de mostrar los aportes que su propuesta puede ofrecer establece algunas conclusiones del trabajo como las siguientes:

- En el área de la negociación estratégica se ha realizado un estudio de los protocolos de negociación existentes y como resultado, se ha propuesto un nuevo protocolo de negociación con implementación



secuencial que permite a dos agentes negociar sobre múltiples servicios en una única negociación, en el que cada servicio puede estar compuesto por múltiples recursos.

- Las características del entorno y del protocolo hacen que sea adaptable a un amplio elenco de ámbitos en el que la negociación sea fundamental para el desarrollo de tareas. En particular, el protocolo se ha adaptado al dominio del tráfico interurbano. Este es un dominio caracterizado por estar altamente distribuido, tanto geográfica como funcionalmente, ya que está compuesto por extensas redes viarias que son gestionadas por diferentes centros de tráfico, cada uno de los cuales tiene sus propios objetivos operacionales y sus recursos para alcanzarlos. Así pues, el protocolo propuesto ha sido modificado para poder implementar un mecanismo de interacción que permita, a dos centros de gestión de tráfico, acordar el desarrollo de itinerarios alternativos cuando la circulación por una red de carreteras sea problemática. Para ello, una vez analizado el entorno del tráfico interurbano y estudiado sus elementos y características, se ha realizado una definición y caracterización del problema que ha permitido la adaptación del protocolo a este dominio.
- Los resultados de este estudio han determinado que el protocolo multiservicio puede adaptarse perfectamente a la negociación de itinerarios alternativos, si bien hay que modificar: 1) la agenda de negociación, 2) el contenido de las ofertas y contraofertas, 3) las posibles situaciones de conflicto y sus consecuencias, y 4) las funciones de utilidad que permiten valorar las ofertas recibidas. Además, el conjunto de escenarios que definen todas las posibles situaciones en las que se puede encontrar un agente durante el proceso de negociación se mantienen iguales.

**3. Autor: NGUYEN HONG VAN.**

Año: 2008

Título: MOBILE AGENT APPROACH TO CONGESTION CONTROL IN HETEROGENEOUS NETWORKS

Esta tesis plantea uno de los principales usos que se dan a los agentes móviles actualmente como es el análisis de tráfico de red, en el cual los agentes móviles inspeccionan los nodos de una red definida para buscar congestión en los nodos así como medir el tráfico o volumen de datos transmitidos. Uno de los principales objetivos de la investigación en el estudio del comportamiento de la Internet es averiguar la mejor manera de mantener la estabilidad relativa de la red global. Esto lleva a investigaciones de eventos que degradan el rendimiento, tales como la congestión, que se produce cada vez que la demanda de recursos exceda la capacidad disponible. Cuando la congestión se deja sin control, el rendimiento se reduce drásticamente. El rendimiento de todo el sistema se degrada a través de retrasos graves y paquetes perdidos. Cualquier nueva reducción del rendimiento puede dar lugar a una caída completa de la red comúnmente denominada como "colapso de congestión". Por lo tanto, un control de congestión es necesario a fin de mantener niveles aceptables de rendimiento de la red.

Por el contrario, las aplicaciones multimedia de datos intensivos dependen de UDP para el transporte. A diferencia de TCP, UDP no es un protocolo fiable y no tiene conocimiento de la congestión en absoluto. Esto hace que el protocolo sea más bien "codicioso" de los recursos de red. Mientras que la parte dominante del tráfico de Internet está todavía en favor de TCP a través de UDP, ya que la relación es de cuatro a uno, el tráfico basado en este protocolo es cada vez mayor. Por otra parte, es necesario que existan los dos protocolos en la red y trabajan juntos para permitir un mejor rendimiento de las aplicaciones de red.

Esta tesis explora la posibilidad de influir y modificar el comportamiento sin respuesta de UDP o protocolos comparables a través del paradigma de agentes móviles. Al ser bastante autónoma y capaz de migrar a través de la red, los agentes móviles pueden detectar el estado de la red y, a continuación, alterar la naturaleza del flujo UDP o no TCP a fin de evitar la congestión. El modelo propuesto se denomina como Modelo Combinado de Control de la

Congestión (CM4CC) y tiene dos objetivos diferentes, a saber, la primera de ellas es el empleo de la céntrica host o mecanismos de control de congestión de extremo a extremo (E2E) o de host central para los flujos TCP, y el segundo es invocar el paradigma de agentes móviles para gestionar el tráfico no-TCP (UDP). Ambos mecanismos deben trabajar juntos para evitar la congestión. En caso de que aparezca, para ayudar a la red en la recuperación rápida y volver al modo normal de operación.

Para este efecto, como conclusiones obtenidas del estudio desarrollado se indica lo siguiente:

- La tecnología de agentes móviles en el área de las redes informáticas y de telecomunicaciones ha demostrado que puede mejorar significativamente el rendimiento del sistema.
- Los paradigmas de agentes móviles pueden superar las limitaciones del modelo cliente-servidor a través de su comportamiento dinámico que funciona bastante bien en entornos distribuidos.
- Si bien la mayor parte del tráfico de Internet es todavía en favor de TCP sobre UDP, ya que la relación es de cuatro a uno, el tráfico basado en este último protocolo es cada vez mayor. Por otra parte, es necesario que existan los dos protocolos en la red y trabajan juntos para permitir un mejor rendimiento de las aplicaciones de red. Se está investigando un conjunto bastante general de los procedimientos, que son una combinación del concepto de agente móvil y los mecanismos de TCP tradicionales, para producir, si es posible una solución llamada Modelo Combinado para el Control de la Congestión (CM4CC).

4. Autor: Hayser Jacquelin Beltré Ferreras,

Año: 2008

Título: APLICACIÓN DE LA USABILIDAD AL PROCESO DE DESARROLLO DE PÁGINAS WEB

TESIS DE MÁSTER, TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN. UNIVERSIDAD POLITECNICA DE MADRID

En este trabajo la autora aborda el problema de la usabilidad a partir de la mejora de un sistema usado en una oficina del estado en España. Esta investigación aborda la aplicación de las técnicas de usabilidad de software al desarrollo de productos Web, entendiendo por usabilidad aquello que es usable, fácil y sencillo de manipular. La usabilidad de Software es un área reciente y de continuo crecimiento en España.

La investigación se realiza para buscar una solución al problema que presentan los usuarios del Gabinete Jurídico de la Dirección General de Aviación Civil (DGAC), Ministerio de Fomento, Madrid, España, respecto al acceso y manejo de la información.

La problemática tiene dos vertientes: En el área de Gabinete Jurídico surge la necesidad que más departamentos tengan simultáneamente acceso a los datos desde diferentes localidades y en diferentes plataformas comunicados en tiempo real. Otro inconveniente proviene de los usuarios que manejan directamente la aplicación actual, hecha en Excel, los cuales han mostrado disgusto y fastidio hacia la misma ya que no les permite la flexibilidad que desean referente al acceso y manipulación de datos, la poca seguridad y restricción de los mismos, la no portabilidad, el difícil acceso a los datos desde diferentes localidades, la necesidad de acceso por varios departamentos simultáneamente y un sinnúmero de acciones más que hacen que la herramienta le resulte todo un desastre. Esto les ha llevado a considerar la necesidad de cambiar y solicitar la construcción de una herramienta Web. Para ello ha sido necesario aplicar diferentes técnicas de ingeniería de software, técnicas de usabilidad, realización de cuestionarios a usuarios, aplicación de diferentes tipos de test y pruebas de usuarios y gestionar la medición de la satisfacción de usuarios. Previo a esto se realizaron periódicamente varias reuniones para determinar todas sus necesidades y se realizó un prototipo inicial de cómo sería el producto final, el cual fue aprobado por los usuarios. Ahí se comenzó a desarrollar el producto. Cada una de las pautas tomadas en consideración para la construcción de la herramienta Web se rigió estrictamente bajo los estándares ISO de Usabilidad de software.

La autora, a partir del desarrollo de su trabajo llego a las siguientes conclusiones:

- En base a lo presentado a lo largo del trayecto del desarrollo de esta tesis, se utilizaron todos los recursos para el aprendizaje y aplicación del tema a investigar.
- Se realizaron pruebas, test, cuestionarios, observación de campo, reuniones con los usuarios, entre otras actividades de usabilidad, que permitieron recabar los elementos necesarios para lograr el objetivo planteado y revalidar la hipótesis.
- Los resultados se manifiestan en el agrado y satisfacción con que los usuarios de la DGAC desarrollan su labor debido al uso satisfactorio del nuevo producto Web y el fácil manejo de su interfaz.
- La autora continuará investigando en los lineamientos de usabilidad para seguir mejorando la eficiencia sistemas orientadas al humano.
- Se recomienda finalmente, utilizar en todos los ámbitos requeridos, la aplicación de las técnicas de IPO para lograr productos que satisfagan las necesidades, aumentar el desempeño laboral de las personas, y lograr la satisfacción total de los usuarios.

**5. Autor:** María del Pilar Castro Garrido.

Año: 2013

Título: MODELADO DE INTERACCIONES SENSIBLES AL CONTEXTO MEDIANTE REGLAS EN AMBIENTES INTELIGENTES

TESIS DOCTORAL, Departamento de Informática y Análisis Numérico, UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA.

Dentro de otro enfoque, pero igualmente válido, se aprecia el uso de los agentes en un entorno de trabajo en la que el sistema en elaboración debe ser fácil de usar y adaptable a las necesidades del usuario. La Inteligencia Ambiental (AmI) propone la creación de entornos o ambientes inteligentes que se adapten a las necesidades, gustos e intereses de la gente que vive en ellos.

Su principal objetivo es crear espacios constituidos por interfaces inteligentes e intuitivas integradas en objetos cotidianos con los que el usuario interactúa de forma natural y sin esfuerzo.

Un entorno inteligente, además de contener objetos aumentados con Tag RFID, estará ubicado en una localización específica, es decir, en una zona geográfica bien definida. Esta característica hace posible otro tipo de interacciones, aquellas basadas en la localización. Así, un entorno o espacio inteligente no solamente proporcionará servicios al usuario cuando interactúe con alguno de los objetos que tiene definidos, sino que también es capaz de ofrecer otros servicios al usuario basándose simplemente en su localización.

OBCAS propone una solución para el modelado de interacciones sensibles al contexto mediante reglas en ambientes inteligentes en la que las reglas no van a estar definidas de forma independiente, sino que van a formar parte del comportamiento de un conjunto de agentes. OBCAS está compuesto por un sistema multiagente que tendrá un componente en el lado servidor y otro en el lado móvil. Todos los agentes que componen este sistema se comunican utilizando el protocolo FIPA y utilizando en el lenguaje de contenido el modelo ontológico definido en OBCAS-Ontology (Kernel). El kernel es una ontología cuya función es la representación e integración de los diferentes modelos (ontologías) y sus relaciones, de forma que representen a todos los elementos o artefactos que participan en la hipótesis para el modelado de escenarios y el desarrollo de aplicaciones NFC ubicuas y sensibles al contexto.

Dentro de la consecución de este trabajo se lograron los objetivos trazados en la propuesta del proyecto, los cuales se pueden enumerar de la siguiente manera:

- Se desarrolló OBCAS (Ontology-Based Context Awareness System), en cuya arquitectura propuesta en la tesis se observa cómo diferentes elementos y artefactos van a colaborar para que tanto interacciones sensibles al contexto mediante NFC o mediante otro tipo de tecnologías y sensores, produzcan resultados que tengan en cuenta el contexto, relativo tanto a preferencias del usuario, como capacidades de los dispositivos, interacciones previas, etc.

- Se realizó la elaboración de un modelo ontológico denominado Kernel. Este modelo está descrito en el presente trabajo y ha sido definido bajo dos perspectivas: la primera de ellas muestra un modelo general donde se recogen todos los artefactos, información, procesos, actividad, relaciones y restricciones, y la segunda realiza un modelo ontológico basado en aplicaciones, gracias al cual el sistema puede usar todo este conocimiento para producir resultados satisfactorios durante el proceso de interacción. El modelo ontológico basado en la aplicación, será usado por el sistema multi-agente desarrollado con JADE.
- Se implementó un sistema multiagente, cuyos componentes han sido los encargados de definir los mecanismos de captura de información tanto de las interacciones como de la información de contexto. Estos mismos componentes, denominados agentes, también son los encargados de analizar y procesar la información recogida.
- En el sistema implementado las reglas encargadas de adaptar el contexto de interacción al contexto, se encuentran implementadas dentro de los comportamientos asociados a los diferentes agentes. Así, los agentes encargados de la recogida de información del entorno, recogen, procesan y envían la información al resto de componentes, de manera que la puedan utilizar de forma que cuando haya que ofrecer un servicio a un usuario tras su interacción con el entorno, antes se tenga en cuenta todo el contexto asociado a ese usuario. Para facilitar el proceso de selección de servicios y personalización de los mismos se ha implementado una agenda, en la que estarán todos aquellos servicios que les serán proporcionados al usuario tras su interacción con el entorno. Estos servicios estarán priorizados atendiendo al contexto, a las preferencias del usuario, a las capacidades del dispositivo con el que realiza la interacción y a interacciones previas.

### **2.1.3. Definición del Problema**

#### **Problema Principal**

¿Cómo influye la implementación de un sistema multiagente para integración de sistemas administrativos en mejorar la usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega?

### **Problemas Específicos**

1. ¿En qué medida la implementación de un sistema multiagente, influye en la **facilidad de uso** del sistema administrativo usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega?
2. ¿En qué medida la implementación de un sistema multiagente, influye en el **recuerdo en el tiempo** del uso del sistema administrativo implementado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega?
3. ¿En qué medida la implementación de un sistema multiagente, influye en la **satisfacción de uso** del sistema administrativo implementado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega?

## **2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN**

### **2.2.1. Finalidad**

Implementación de un sistema multiagente usando la metodología GAIA con el fin de integrar sistemas heterogéneos informáticos existentes en la LUNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA para mejorar la usabilidad de los servicios administrativos que la Universidad ofrece.

### **2.2.2. Objetivo General y Específicos**

#### **Objetivo General**

Determinar la influencia de la implementación de un sistema multiagente para integración de sistemas administrativos en la usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

#### **Objetivos Específicos**



- Determinar el grado de influencia de la implementación de un sistema multiagente en la **facilidad de uso** del sistema administrativo usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega
- Determinar el grado de influencia de la implementación de un sistema multiagente en el **recuerdo en el tiempo** del uso del sistema administrativo implementado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega
- Determinar el grado de influencia de la implementación de un sistema multiagente en la **satisfacción de uso** del sistema administrativo implementado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

### 2.2.3. Delimitación del estudio

El presente estudio estará delimitado a través de 2 condiciones establecidas:

- Delimitación Temporal: el estudio se realizará de enero a Julio del 2016
- Delimitación espacial: la investigación se desarrollará en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

### 2.2.4. Justificación e importancia del estudio

El presente estudio pretende plantear una alternativa válida en el desarrollo de aplicaciones web con múltiples opciones de acceso a servicios planteando en ello la reducción a una interfaz única de acceso a los servicios ofrecidos, este enfoque además de ser innovador ofrece las siguientes ventajas:

- Permite con menos desplazamiento entre páginas solicitar un servicio requerido.
- La interfaz se adapta a las necesidades del usuario con lo que las personas no habituadas al uso de la computadora pueden fácilmente usar el producto.

- Al haber una menor manipulación del sistema por parte del usuario final puede ser ideal para personas con problemas de acceso interfaz web como los usuarios con discapacidades.
- Aumenta la comodidad del usuario al acceder a una aplicación con menos opciones a usar.

Si bien es cierto técnicamente este estudio ofrece beneficios tangibles al implementar una aplicación más sencilla de usar, lo que justifica el estudio planteado, la importancia de este trabajo se evidencia en los siguientes términos:

- Permite una mejora en la accesibilidad de los usuarios finales a las aplicaciones web.
- Mejora el tiempo de acceso a los diferentes servicios que el sistema ofrece independientemente de la localización física de los servidores donde residen las diferentes áreas de servicio que el sistema engloba.
- Permite construir una aplicación con módulos heterogéneos independientemente del lenguaje de aplicación principal, con lo cual el campo de utilización de la propuesta es grande, dado el tipo de implementaciones que las empresas usan, sobre todo cuando tienen unidades de negocio descentralizadas.

## **2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.3.1. Hipótesis Principal y Específicas**

#### **Hipótesis Principal**

La implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la usabilidad de sistemas administrativos de nivel universitario usados en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

#### **Hipótesis Específicas**

H1: La implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la facilidad de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

H2: La implementación de un sistema multiagente mejora significativamente el recuerdo en el tiempo de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

H3: La implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la satisfacción de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

### 2.3.2. Variables e Indicadores

De acuerdo a con lo expresado en el presente trabajo la variable independiente identificada es **Implementación de un sistema multiagente**, cuyos indicadores para evaluar dicha variable son:

- Implementación basada en Cloud Computing
- Plataforma de Agentes
- Modelo de implementación de Interfaz Única.

Realizando la tabla correspondiente:

Variable Independiente	Indicadores
Implementación de un sistema multiagente	Implementación basada en Cloud Computing Plataforma de Agentes Modelo de Implementación de Interfaz Única

En el caso de la variable dependiente, de acuerdo a la hipótesis definida, es **Usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega**, cuyos indicadores para evaluar esta variable son:

- Facilidad de uso
- Recuerdo en el tiempo
- Satisfacción de uso

Variable Dependiente	Indicadores
Usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega	Facilidad de uso Recuerdo en el tiempo Satisfacción

## CAPÍTULO III

### MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTOS

#### 3.1. Población y Muestra

La determinación del universo y población que están identificados en el presente documento está basada en las siguientes consideraciones:

- a. Este portal web está definido para ser usado en un dominio público, es decir para el uso de cualquier persona que desee acceder a su contenido.
- b. Los servicios definidos en este portal pueden ser solicitados por usuarios pertenecientes a la comunidad DE LA UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA (docentes, alumnos, padres de familia, administrativos) como también por el público en general.
- c. Al estar colocado en un entorno de tipo Cloud como Google App Engine, este portal web puede ser usado desde cualquier parte del mundo y en cualquier hora del día.

Por todas estas consideraciones, la determinación de los datos necesarios para hacer la validación de la hipótesis planteada, ha definido las siguientes variables de medida para este propósito:

1. **Unidad de Análisis:** Usuarios del portal web en estudio
2. **Universo:** Los usuarios que pueden utilizar el portal web de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega
3. **Población:** Los usuarios del portal web de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. No se tiene control sobre las personas que harán uso del portal web, ya que no hay previo conocimiento ni comunicación con ellos, al ser el proyecto un portal web que puede usarse desde cualquier lugar del mundo y por cualquier tipo de usuario, forme parte o no de la Universidad.

#### 4. Muestra

Para la determinación de la muestra, debe considerarse las características de la población que se encuentra definida, de acuerdo a los supuestos definidos en el capítulo III.

Fórmula para definir el tamaño de la muestra para la población infinita o desconocida:

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{i^2}$$

Donde:

n: tamaño muestral

z: valor correspondiente a la distribución de gauss,  $Z_{\alpha=0.05} = 1.96$  y  $Z_{\alpha=0.01} = 2.58$

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse ( $p = 0.5$ ), que hace mayor el tamaño muestral

q:  $1 - p$  (si  $p = 70\%$ ,  $q = 30\%$ )

i: error que se prevé cometer si es del  $10\%$ ,  $i = 0.1$ ,  $15\%$   $i = 0.15$

**para el caso del proyecto presentado tendremos los siguientes valores:**

$\alpha = 0.05$ , entonces  $z = 1.96$

p: 0.5, dado que no es conocida las personas que opinan que hay influencia del sistema en la usabilidad

q:  $1 - p \rightarrow q: 0.5$

i: error estimado, en este caso consideraremos  $15\% \rightarrow i = 0.15$

entonces el cálculo de la muestra será

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}{0.15^2} = 42.68$$

Por lo tanto, el tamaño de la muestra considerada será de 43 personas como mínimo, sin embargo, se ha trabajado el proyecto usando datos de encuestas logrando 49 personas evaluadas, por esa razón usaremos este número como el tamaño a considerar en la evaluación de la hipótesis.

### **3.2. Diseño a Utilizar en el Estudio**

Este trabajo de investigación pertenece a la categoría de tipo de Investigación Explicativa o denominada **causal**, debido a que se va demostrar que la propuesta presentada incide claramente en la usabilidad del portal de la UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA, y además dado que se trata de construir una aplicación informática el nivel es de tipo **Aplicado**.

El método a evaluarse el trabajo de investigación será el **Experimental**, y dado que se desea medir el impacto del uso del sistema multiagente en la facilidad de uso del portal DE LA UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA, este estudio será de tipo **causa efecto**.

### **3.3. Técnica e Instrumento de Recolección de Datos**

#### **a. Encuesta**

Para la recolección de datos se va a utilizar una encuesta en línea, proporcionada por el sitio **SurveyMonkey** (<https://es.surveymonkey.com/>) el cual esta enlazada con el sitio web para evaluación.

### **3.4. Procesamiento de datos**

Una vez aplicada la encuesta se procede a tabular toda la información utilizando para ello Excel 2016.

Se han creado tablas y gráficos con todos los resultados de tipo explicativo, precisando frecuencias y porcentajes, también se ha usado como técnica de valide de hipótesis el instrumento estadístico Chi-Cuadrado, dado que las 2 variables en estudio son cualitativas.

El cuestionario usado para la recopilación de datos está en el URL

<https://es.surveymonkey.com/r/BFL3GYH> desarrollado en surveyMonkey, cuya estructura básica es la siguiente:

Encuesta de Usabilidad de Portal WEB

1. Como calificaría ud. la accesibilidad del portal WEB de servicios administrativos

- Muy accesible, facil de usar
- Acceso normal, como cualquier otra pagina
- Poco accesible, confusa
- No accesible, debe cambiarse totalmeente

2. En general, como calificaría las opciones de uso de nuestro portal WEB?

- Comprensibles y fáciles de seguir
- Se pueden seguir pero le falta un poco de claridad
- Pocos claras, debe mejorarse
- No se entienden las opciones

3. Como usuario, que tipo de pantalla se siente mas cómodo de usar, el menú de opciones de servicios o la pantalla única de opciones?

- Menu de opciones
- Pantalla única de servicios
- Los 2 son similares en uso
- Ninguno de los 2 es una buena pantalla

4. Que tan frecuentemente ha usado este portal WEB de servicios administrativos?

- Muy seguido
- Con cierta frecuencia
- No muy frecuentemente
- No lo he usado

5. En general, que tan útil, para usted, es el portal WEB encuestado?

- Muy util, tiene lo que necesito
- Util, las opciones de servicio están allí
- Poco util, faltan opciones
- No es util

6. En general, comparado con otras portal WEB que hacen las mismas tareas pero de una manera distinta de acceso (varios portales WEB y operaciones manuales) como calificaría este portal WEB en evaluación ?

- Mucho mejor que la pagina WEB comun
- Mejor que las paginas web similares
- No hay mayor diferencia
- Peor que las paginas WEB similares

7. En general, las opciones de uso de los servicios administrativos, satisfacen la necesidad de realizar tramites en la Universidad mejor que los procesos manuales?

- Si, es mejor hacerlo por el sistema que hacerlo en la propia universidad
- Si, aunque algunos procesos deberían seguir siendo realizados en oficina
- Me da igual hacerlo aquí que en la propia universidad
- No satisface su uso, prefiero hacerlo en la propia univesidad

8. En general, se encuentra satisfecho con el uso del portal de Servicios Administrativos

- Muy satisfecho
- Bastante satisfecho
- Aceptable
- Nada satisfecho



## 9. Como calificaría las opciones del portal administrativo en funcion a recordar su uso?

- Fáciles de recordar
- Se pueden recordar algunas opciones
- No recuerdo muy bien las opciones
- No recuerdo como se usa el portal

## 10. Gracias por su colaboración, por favor llena estos datos básicos:

Ingrese su nombre completo:

Ingrese su edad:

Especificar sexo:  
Hombre (H) o Mujer (M)

Terminar

Desarrollado por  


Ve lo fácil que es [crear una encuesta](#).

Las características del cuestionario preparado son las siguientes:



The screenshot displays the SurveyMonkey dashboard. At the top, there is a navigation bar with the SurveyMonkey logo, a user profile 'mishajorge', and a '+ Crear encuesta' button. Below this is a secondary navigation bar with links for 'Mis encuestas', 'Biblioteca', 'Ejemplos', 'Servicios de encuestas', and 'Planes y precios'. A yellow banner below the navigation bar reads: 'Cambia de plan para recopilar respuestas ilimitadas: obtén más respuestas y conviértelas en resultados. Ver precios →'. The main content area is titled 'Encuesta de Usabilidad de Portal ...' and includes tabs for 'Resumen', 'Diseñar encuesta', 'Recopilar respuestas', and 'Analizar resultados'. A '← ATRÁS' button is visible on the left. The 'Diseñar encuesta' tab is active, showing a configuration window for 'ENLACE WEB'. The window has a title bar with 'ENLACE WE...' and '+ Ingreso manual de datos'. Inside, there is a section for 'ENLACE WEB' with a sub-label 'ABRIR' and a dropdown arrow. Below this is a text input field containing the URL 'https://es.surveymonkey.com/r/BFL3GYH' and a 'Personalizar' button. Further down, there are four expandable settings: 'Múltiples respuestas: Desactivado', 'Cambios en las respuestas: Activado, hasta que se complete la encuesta', 'Respuestas anónimas: Desactivado', and 'Resultados instantáneos: Desactivado'. Each setting has a question mark icon. At the bottom of the settings area, there is a link 'Mostrar opciones avanzadas'.

Fig. 15: Características de la encuesta sobre Usabilidad del portal Web

## CAPÍTULO IV

### PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Para determinar la implementación de la variable independiente (**Implementación de un sistema multiagente**), se debe considerar la construcción de los indicadores siguientes:

#### 1. Implementación basada en Cloud Computing

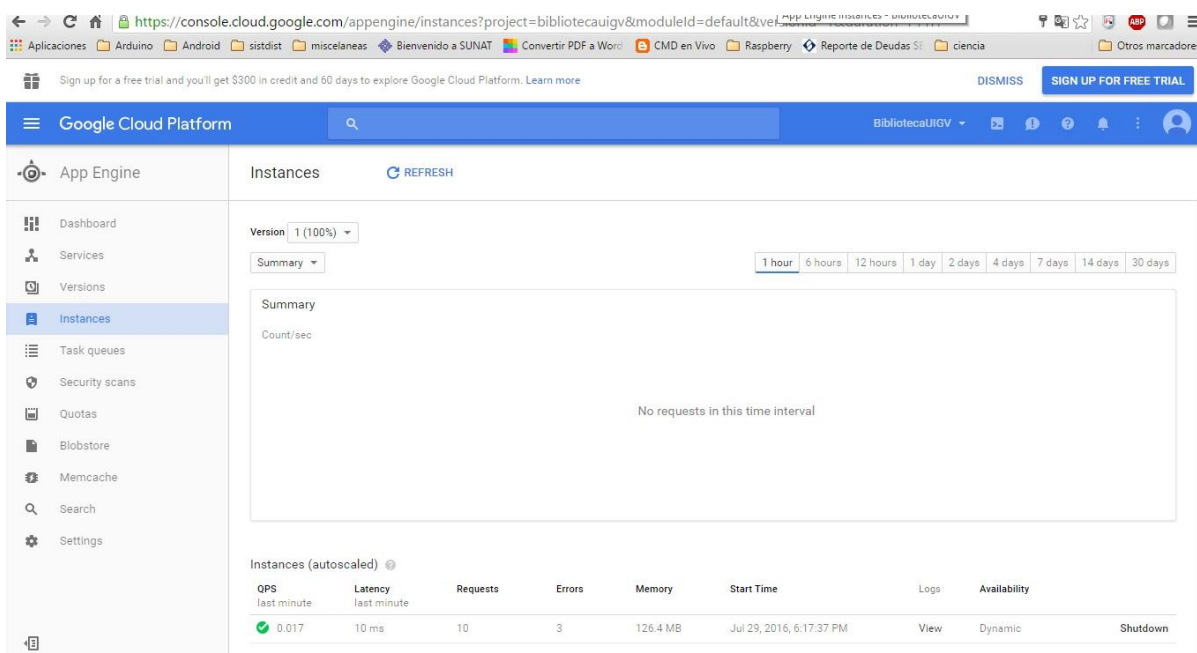
El sistema de acceso a servicios administrativos basado en multiagentes ha sido construido usando la aplicación Google Cloud Engine de la empresa Google. Las características técnicas de este producto Cloud Computing son:

Lenguaje : Java

Servidor Web: Jetty Server 10

Gears: 1 small

Storage: 1.5GB

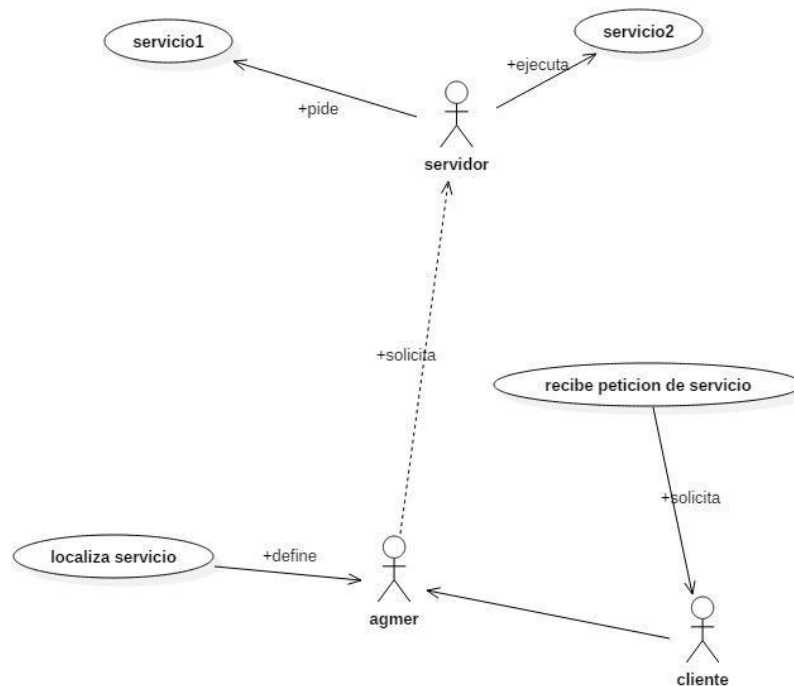


**Fig. 16: Plataforma Google AppEngine para el Sistema de Gestión**

#### 2. Plataforma de Agentes

La plataforma de Agentes que se ha construido, ha sido definida mediante la metodología GAIA por ser independiente de la tecnología informática a usar y por esa razón es ideal para las características de la tesis que esta presentando.

En primer lugar, el diagrama básico, el de casos de uso, se muestra en el gráfico 17:



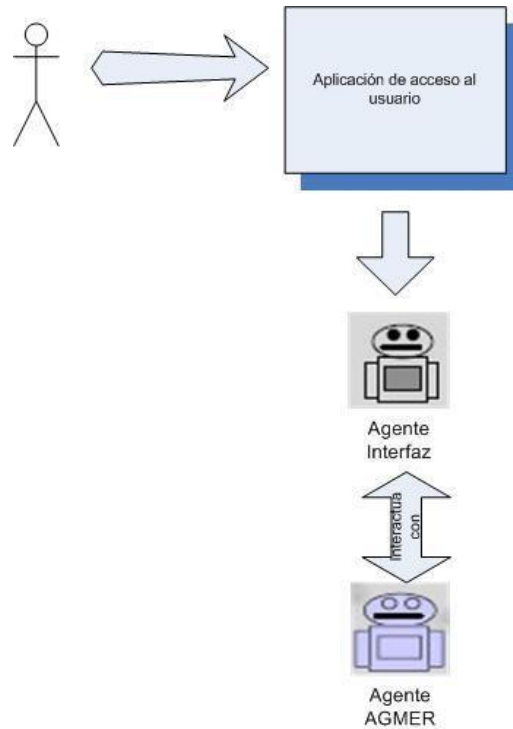
**Fig. 17: Diagrama de casos de uso para el proyecto planteado**

Tomando como base el trabajo desarrollado en [CABRI y otros, 2000], el cual plantea un esquema de coordinación entre agentes en el cual un agente buscador se encarga de realizar la localización de los sitios que contienen las referencias encontradas en una página html, nuestra propuesta se basa en el uso de una plataforma de agentes (la que se propone es JADE) en la que se desplazara el agente móvil propuesto, AGMER, el cual interactuara con agentes locales en los servidores heterogéneos, estos agentes realizaran tareas de interfaz con el agente móvil, esta interacción se realizara mediante la siguiente secuencia:

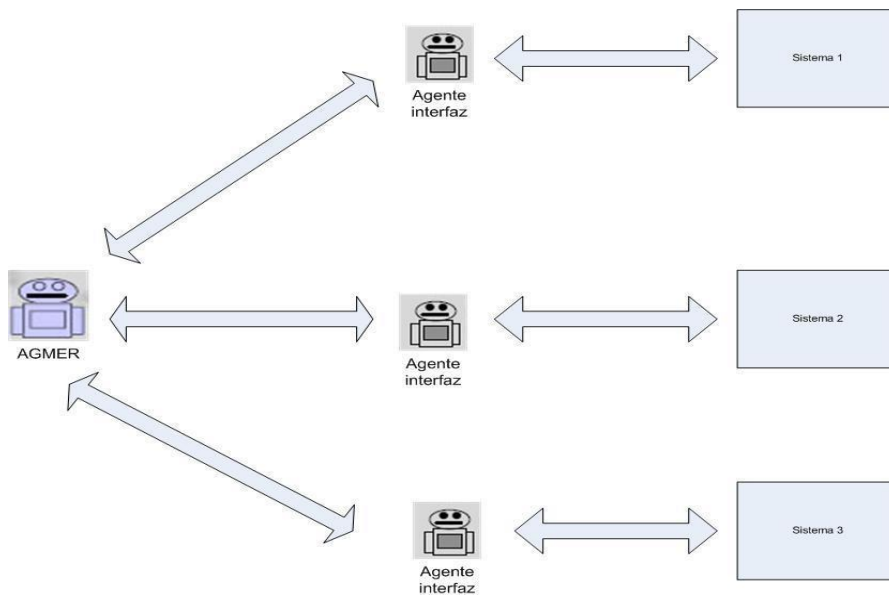
1. Cliente genera petición de servicio al agente interfaz (**a1**)
2. Agente a1 entrega petición de servicio a agente móvil (**AGMER**)
3. AGMER se traslada a través de la plataforma de agentes al servidor que contiene el servicio y entrega la petición al agente interfaz de servidor (**as**)
4. Agente **as** transfiere la solicitud de servicio para ejecución local dentro del servidor accesado, si es heterogéneo con respecto a **as**, se realizará la transferencia vía web services.
5. Servidor procesa el pedido y entrega la respuesta al agente interfaz **as**.
6. Agente **as** entrega su respuesta a AGMER.
7. Agente AGMER se traslada a través de la plataforma de agentes hasta el cliente solicitante.

8. Agente AGMER entrega la respuesta al agente **a1**.
9. Agente **a1** transfiere la información al sistema cliente para su uso en los procesos internos.

Esta estructura de implementación se verá reflejada en las figuras 18 y 19 que representan esta interacción:



**Fig.18 Interacción de etapa de entrada**



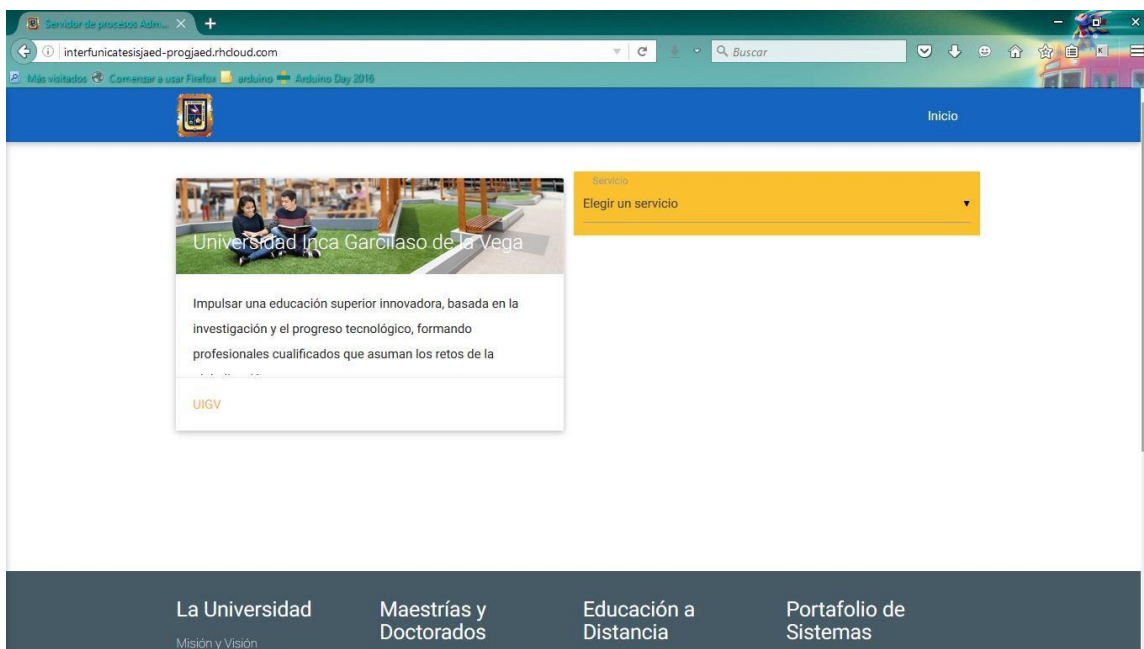
**Fig. 19 – Agente móvil, interactuando con agentes interfaz**

Utilizando la metodología GAIA para el modelamiento de un sistema de agentes, el cual está definido en [ZAMBONELLI y otros, 2003], definimos los agentes que van a ser construidos en la implementación:

- a. Agente Cliente: se encarga de la captura de los requerimientos o solicitudes de servicio que los usuarios hagan al sistema cliente de la aplicación, interactuara con el agente móvil para el procesamiento de la petición, entregara la respuesta obtenida al sistema cliente para su visualización o incorporación al proceso cliente.
- b. Agente Servidor: se encarga de interactuar con el servidor de la oficina correspondiente para transferir la petición proveniente del agente móvil, para ejecución del servicio solicitado, posteriormente se envía la respuesta al agente móvil.
- c. Agente AGMER: el agente móvil que se desplaza a través del middleware JADE para interactuar tanto con los clientes como con los servidores, tiene la capacidad de subdividir los servicios recibidos en subtareas realizadas por servidores diferentes.

### 3. Modelo de implementación de Interfaz Única.

El proyecto desarrollado para establecer la validez de la implementación del modelo de interfaz única a través de un sistema multiagente se puede ver a través del siguiente link: <https://sistematesis-166319.appspot.com/> cuyas opciones son las siguientes:



**Fig. 20: Sistema Administrativo de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega (propuesto)**

Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Impulsar una educación superior innovadora, basada en la investigación y el progreso tecnológico, formando profesionales cualificados que asuman los retos de la

UIGV

Inicio

Servicio  
RESERVA DE ATENCIÓN - CLÍNICA ODONTOLÓGICA UIGV

DNI (8 números)

Apellidos

Nombres

Especialidad  
Elige tu opción

Turno  
 Mañana  Tarde  Noche

RESERVAR

**Fig. 21: Opcion de Generar Cita en Clinica Odontologica (propuesto)**

Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Impulsar una educación superior innovadora, basada en la investigación y el progreso tecnológico, formando profesionales cualificados que asuman los retos de la

UIGV

Inicio

Servicio  
COMPROBACIÓN DE COMPROBANTES

Tipo de Documento  
Elige tu opción

Número de Serie

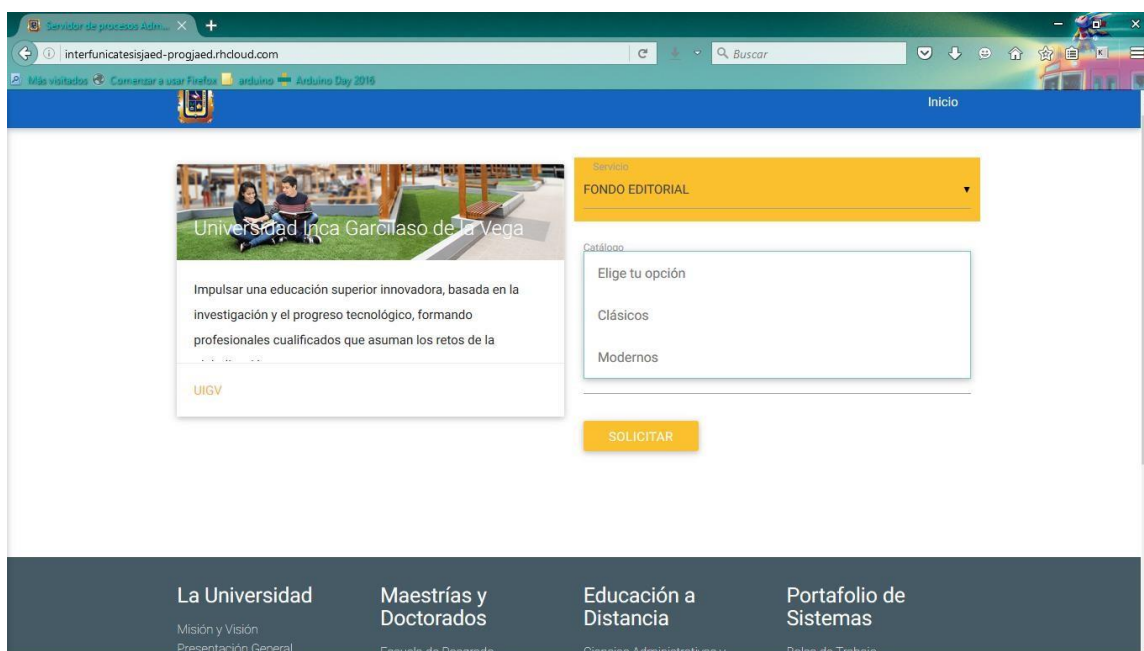
Correlativo

Fecha

Monto Total

VALIDAR

**Fig. 22: Opcion de Comprobacion de Pagos de Comprobante (propuesto)**

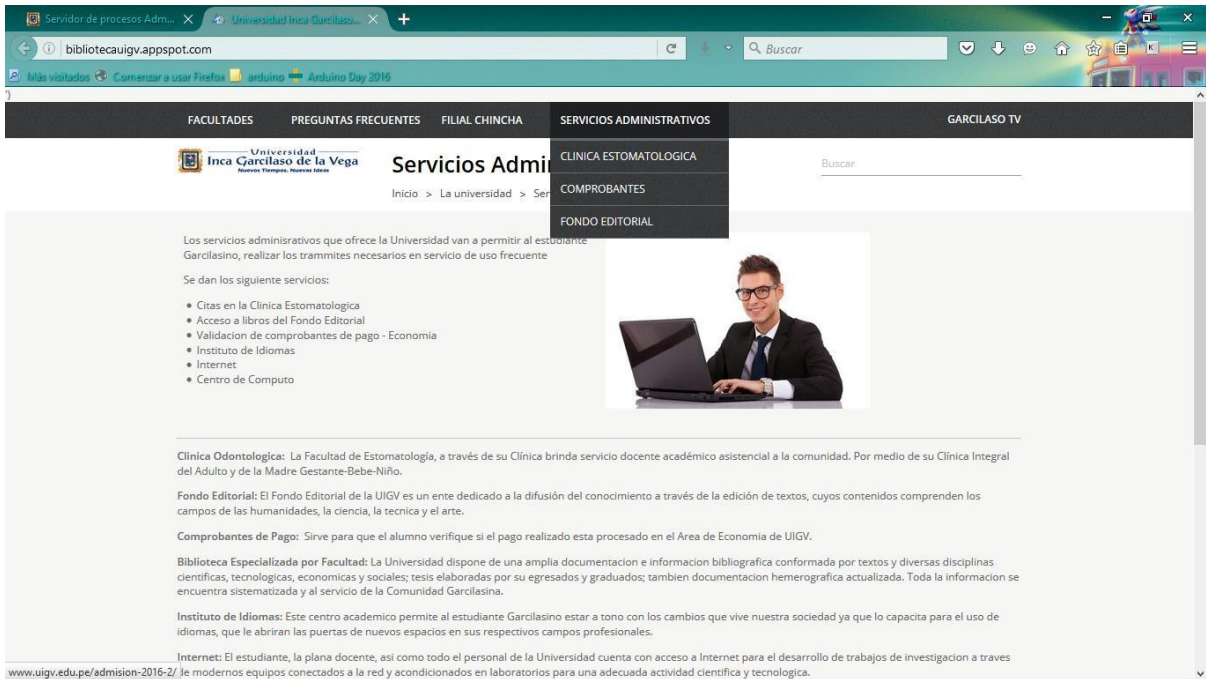


**Fig. 23: Opcion de Fondo Editorial (propuesto)**

Esta aplicación accede a los servicios definidos en el proyecto, los cuales son:

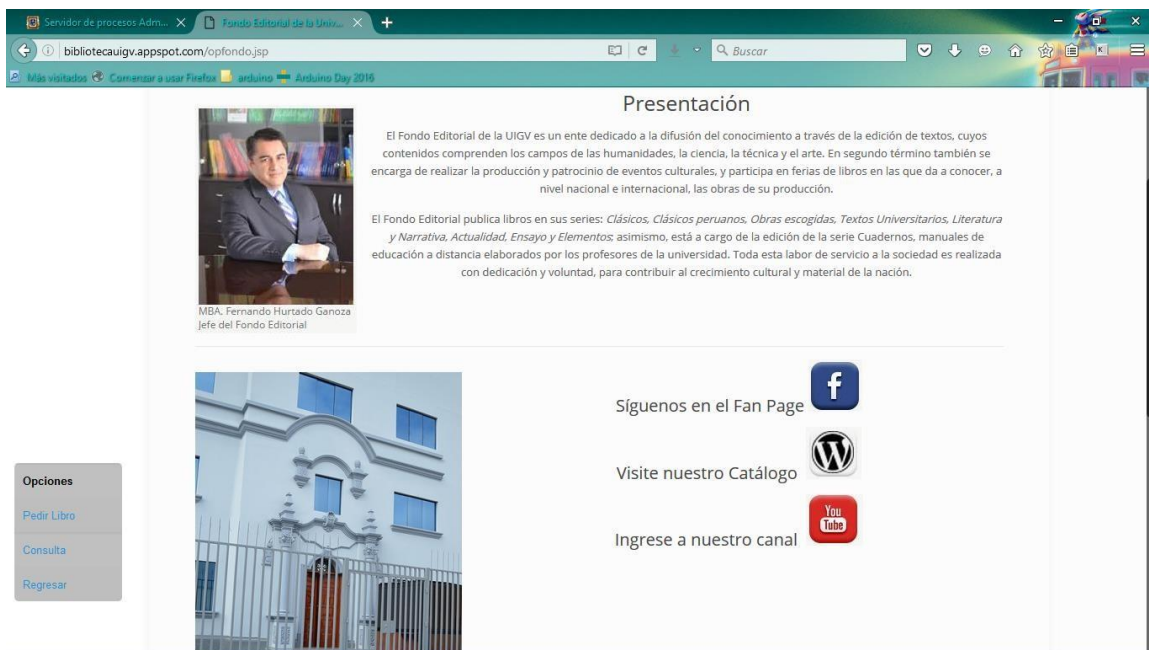
- a. Generacion de Citas en la Clinica Odontologica de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.(Facultad de Estomatologia)
- b. Chequeo en linea de Comprobantes de Pago Emitidos por la Universidad. (Oficina de Economia)
- c. Consulta de libros en el Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega

Como, en el momento de escribir esta tesis, estos sistemas no tienen implementado un servicio de atención en línea, se ha construido un prototipo basado en Google AppEngine, cuya dirección es <http://bibliotecauigv.appspot.com/> cuya interfaz de entrada es la siguiente:



**Fig. 24: Pagina inicial del sistema administrativo de servicios DE LA UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA (propuesto)**

Como ejemplo de uso, se muestra la página que corresponde al Fondo Editorial.



**Fig. 25: Pagina de Servicios del Fondo Editorial DE LA UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA (propuesto)**

Aquí se determinará operaciones como consultas de libros editados por el Fondo, así como pedidos de libros en línea, lo que permitirá transacciones electrónicas y atención inmediata de los usuarios.



De esta manera se prueba la implementación de la variable independiente.

#### 4.1. Presentación de Resultados

Como se indicó líneas arriba la encuesta se realizó mediante el aplicativo gratuito SurveyMonkey, a través de una encuesta en línea a aquellos que ingresaron al portal web propuesto. La encuesta se encuentra en <https://es.surveymonkey.com/r/BFL3GYH>

*Fecha de encuesta:* del 12 a 18 de Julio del 2016

*Personas que respondieron:* 49 personas

La población que contestó el cuestionario publicado es:

Encuestado	Edad	Sexo
Basurto, Jose Enrique	20	H
Chamorro Gomez, Joseph	20	H
Leon Quinteros, Danny Alex	20	H
Colonia Moya, Henry Javier	20	H
Huayanay Arcos, Jorge	20	H
Pazos Medina, Alvaro Sebastian	19	H
Carranza Fente, Renzo	21	H
Osorio Tapia, Anthony Hector	21	H
Aylas Romero, Johan George	20	H
Apaza Vera, Kathlen Jazmín	18	M
Ibañez Taccsi, Jhonatan Jose Maria	19	H
Caycho Flores, Joe Luis	27	H
Valencia Villavicencio, Juan José	22	H
Gutiérrez Marcos, Christian Joel	23	H
Acosta Hernández, Magally del Pilar	31	M
Torres Solano, Diego Javier	20	H
Sanchez Chuqui, Junior	24	H
Miranda Garay, Grecia Magali	23	M
Gonzales Milla, Dina Paola	21	M
Matamoros de La Cruz, Marco	21	H
Majerhua Nuñez, Carlos Javier	21	H
Erika Betzabel	21	M
Narvaja Garcia, Richard	22	H
Jaimes Gonzales, Nelson	21	H
Rosadio Portilla, Omar Alonso	19	H
Larry Saldaña	19	H
Valdez Aguilar, Paulo César	19	H
Sulca Tito, Lisseth Stefany	22	M
Rodriguez Solis, Laura Liz	20	M
Carranza Fente, Renzo	21	H
Vilcacuri Huamani, Elizabeth	21	M

Barrantes Sotelo, Angie Fiorella	21	M
Arana Larrea, Mardeli	48	M
Alvarado Elguera, Gerson Enrique	19	H
Reynoso Nishida, Alonso Naohiko	19	H
Leon Gutierrez, Leonarso Elvio	18	H
Machado Ramirez, Manuel Antonio	24	H
Vela Huerto, Luis Angel	22	H
Cristobal Tovar, Cynthia Natividad	20	M
Aguirre Bolivar, María de Fátima	19	M
Zapata Arellano, Emil	20	H
Quiroz Sotelo Liz Fiorella	20	M
Pumahuacre Navarro, Julio Cesar	22	H
Ramirez Fernandez, Adriana Claudia	20	M
Gutierrez Fernando	23	H
Gonzales Torres, Javier	34	H
Altamirano Arana, Walter	23	H
Mercado Gonzales, Luisa	31	M
Vargas Tarrillo, Ernesto	42	H

**Tabla 1: Encuestados en SurveyMonkey**

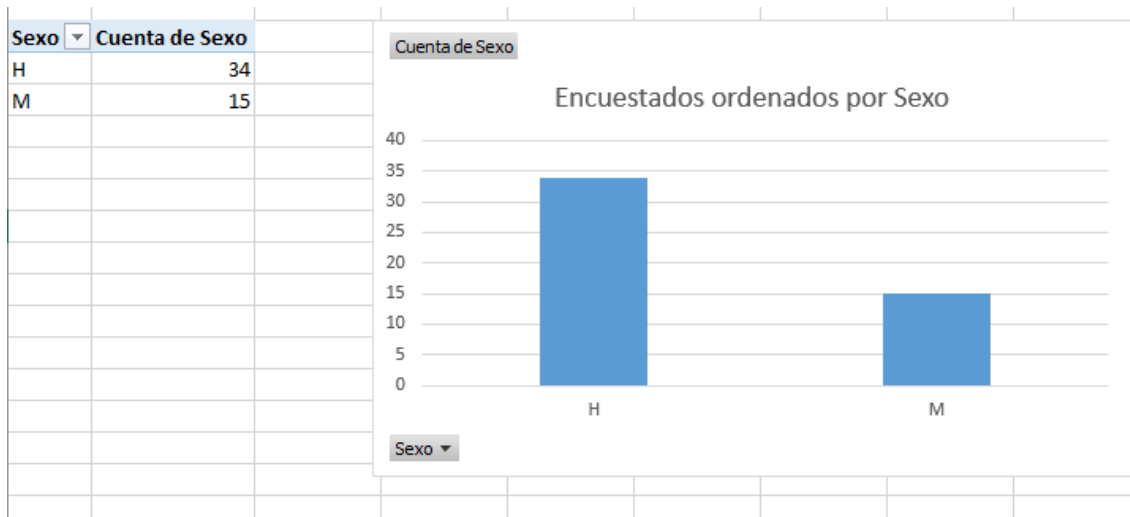
Sobre los datos recolectados, se tienen las siguientes características:

N	Válidos	49
	Perdidos	0
Media	22.469	
Mediana	21	
Moda	20	
Desv. típ.	5.661	
Varianza	32.045	
Mínimo	18	
Máximo	48	

**Tabla 2: Características de los datos recopilados**

De lo cual se pueden tener los siguientes datos:

1. Ordenamiento por tipo de sexo:



**Tabla 3: Ordenamiento de datos por sexo**

## 2. Ordenamiento por edad

De acuerdo a las edades de los encuestados, se observa la siguiente tabla de frecuencias:

Etiquetas de fila	Frecuencias
18	2
19	8
20	12
21	10
22	5
23	4
24	2
27	1
31	2
34	1
41	1
48	1
<b>Total general</b>	<b>49</b>

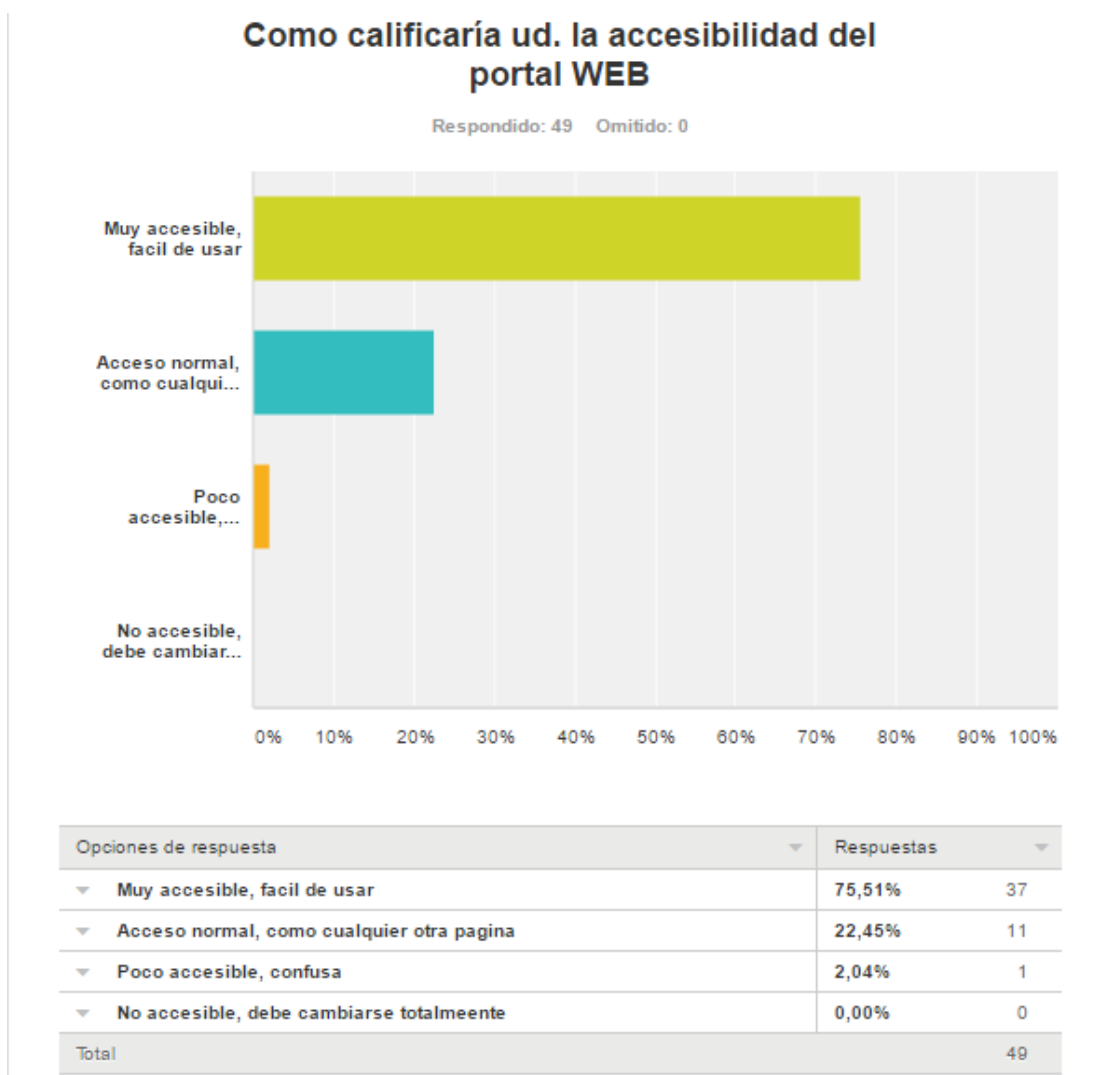
**Tabla 4. Ordenamiento por edad**

De los datos iniciales proporcionados por los encuestados, se deduce que la mayoría de ellos están en el rango de 20 a 21 años, por lo que aproximadamente están en el quinto o sexto ciclo de una carrera profesional en la Universidad Inca Garcilaso de la Vega. La dispersión de valores nos indica además que otras personas (ingresantes o familiares) no son tan asiduos a usar este tipo de plataformas web.

## 3. Resultados recogidos de la encuesta:

En base al cuestionario aplicado a las personas que contestaron la encuesta, se obtuvieron los siguientes resultados:

**Pregunta 1:**

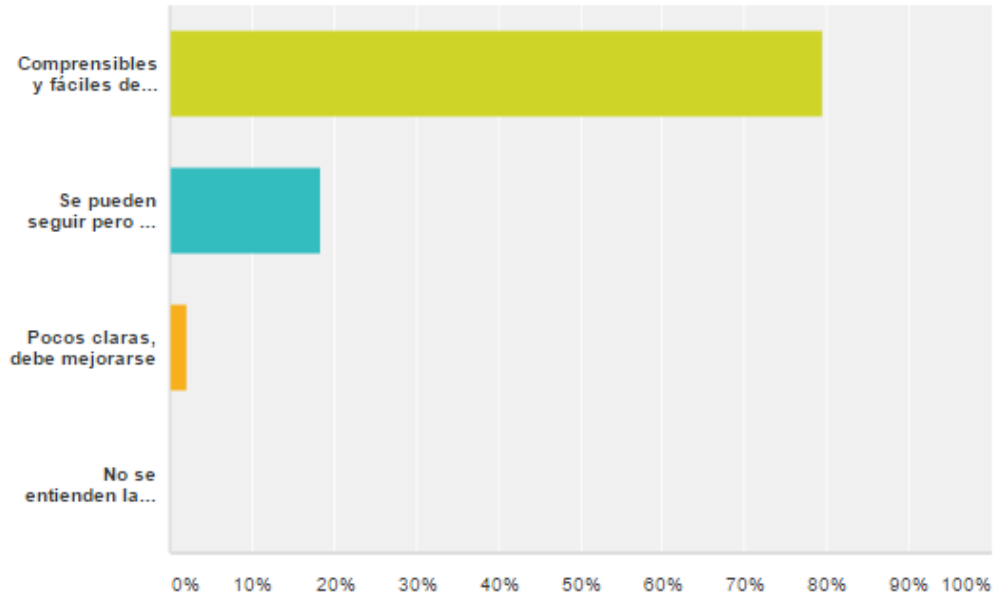


De la pregunta 1, se establece que el 75.51% de los encuestados considera que el portal web es muy accesible.

## Pregunta 2:

### En general, como calificaría las opciones de uso de nuestro portal WEB?

Respondido: 49 Omitido: 0



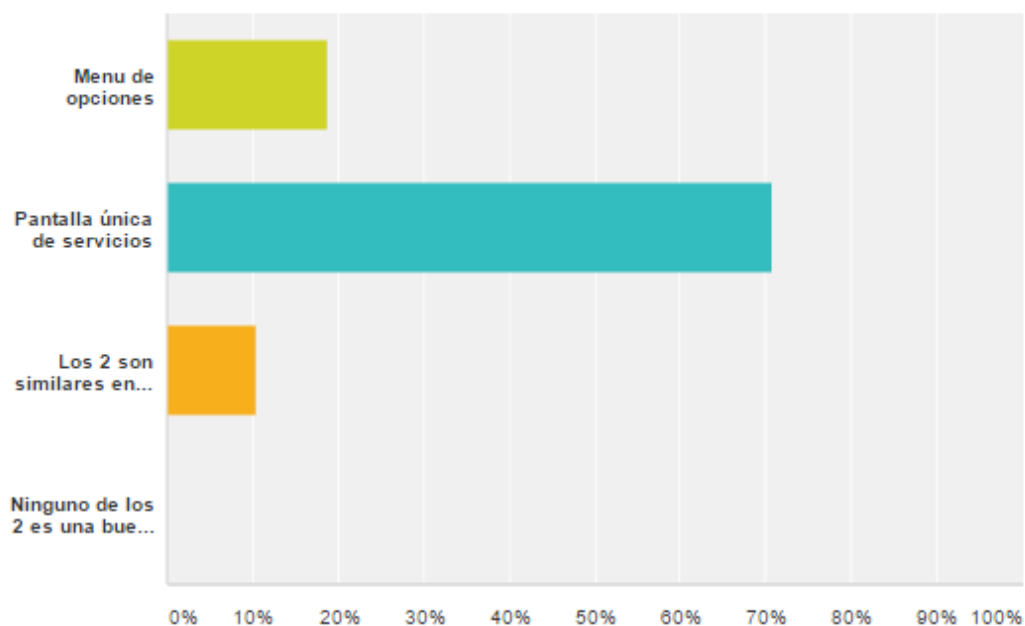
Opciones de respuesta	Respuestas
▼ Comprensibles y fáciles de seguir	79,59% 39
▼ Se pueden seguir pero le falta un poco de claridad	18,37% 9
▼ Pocos claros, debe mejorarse	2,04% 1
▼ No se entienden las opciones	0,00% 0
Total	49

De la pregunta 2, se establece que el 79.59% de los encuestados considera que el portal web es fácil de usar

### Pregunta 3:

Como usuario, que tipo de pantalla se siente mas cómodo de usar, el menú de opciones de servicios o la pantalla única de opciones?

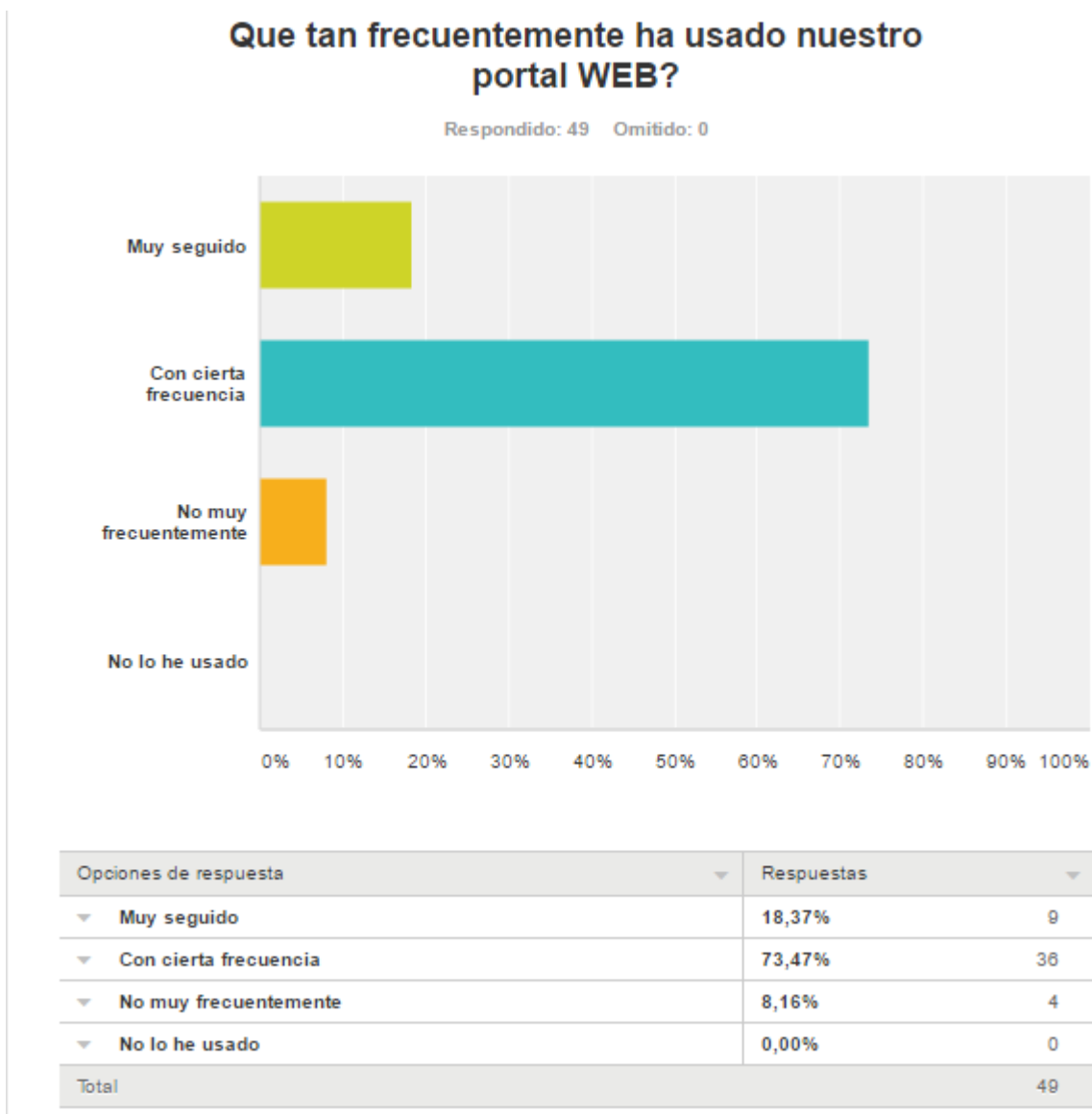
Respondido: 48 Omitido: 1



Opciones de respuesta	Respuestas
▼ Menu de opciones	18,75% 9
▼ Pantalla única de servicios	70,83% 34
▼ Los 2 son similares en uso	10,42% 5
▼ Ninguno de los 2 es una buena pantalla	0,00% 0
Total	48

En la pregunta 3, se establece que el 70.83% de los encuestados indica que la interfaz (pantalla) única de servicios es más cómoda de usar que otras alternativas en el portal web propuesto.

#### Pregunta 4:

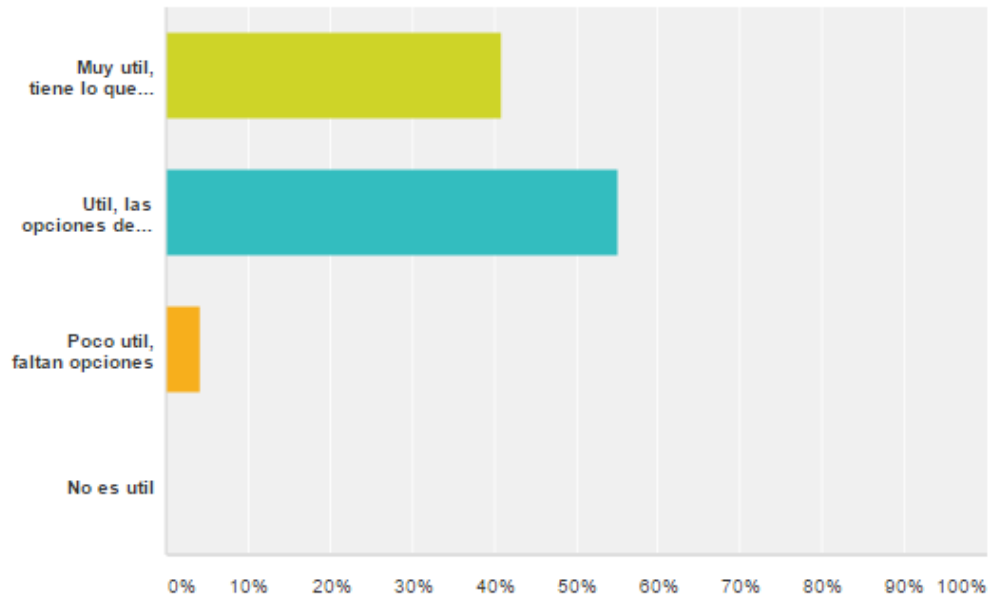


En la pregunta 4, se establece que la frecuencia de uso de las opciones de este portal es usada de manera frecuente por el 91.84% de los encuestados, fundamentando de esa manera su facilidad de uso.

### Pregunta 5:

#### En general, que tan útil, para usted, es el portal WEB encuestado?

Respondido: 49 Omitido: 0



Opciones de respuesta	Respuestas
▼ Muy util, tiene lo que necesito	40,82% 20
▼ Util, las opciones de servicio están allí	55,10% 27
▼ Poco util, faltan opciones	4,08% 2
▼ No es util	0,00% 0
Total	49

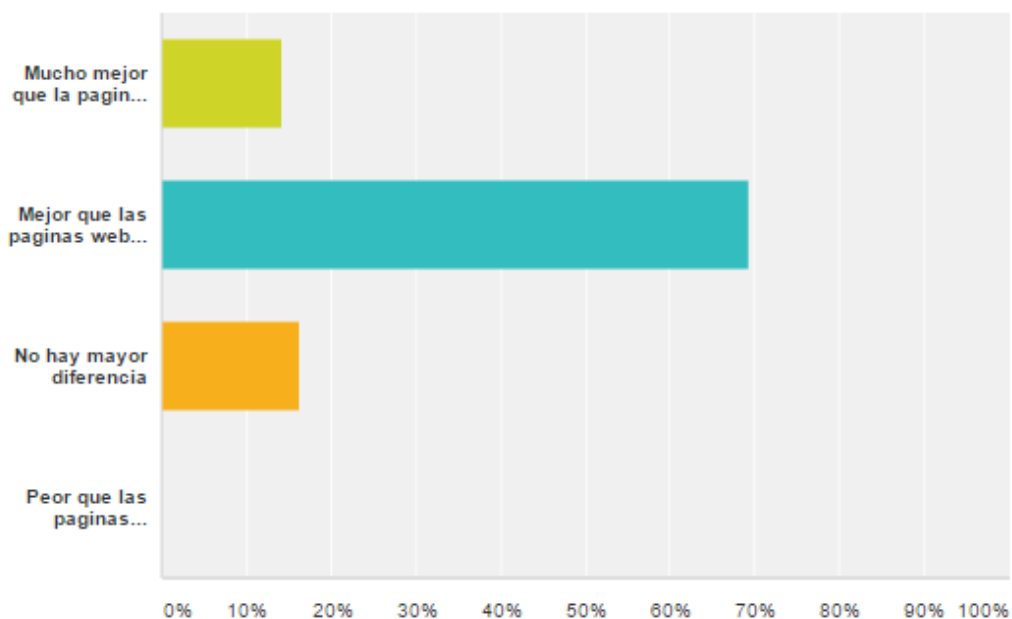
En la pregunta 5, se determina que el 95.92% de los encuestados considera de utilidad el portal web presentado, con lo que se reafirma su usabilidad.



### Pregunta 6:

**En general, comparado con otras portal WEB que hacen las mismas tareas pero de una manera distinta de acceso (varios portales WEB y operaciones manuales) como calificaría este portal WEB en evaluación ?**

Respondido: 49 Omitido: 0



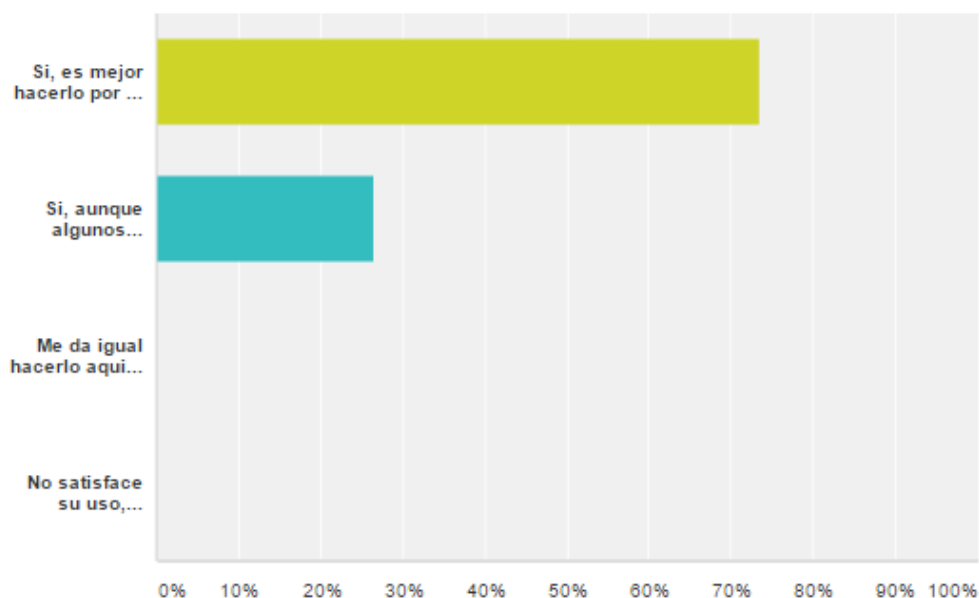
Opciones de respuesta	Respuestas
Mucho mejor que la pagina WEB comun	14,29% 7
Mejor que las paginas web similares	69,39% 34
No hay mayor diferencia	16,33% 8
Peor que las paginas WEBSimilares	0,00% 0
Total	49

En la pregunta 6, se establece que el 83.68% de los encuestados considera que el modelo de portal web presentado es mejor que los portales web de similares usos que existen.

### Pregunta 7:

**En general, las opciones de uso de los servicios administrativos, satisfacen la necesidad de realizar tramites en la Universidad mejor que los procesos manuales?**

Respondido: 49 Omitido: 0



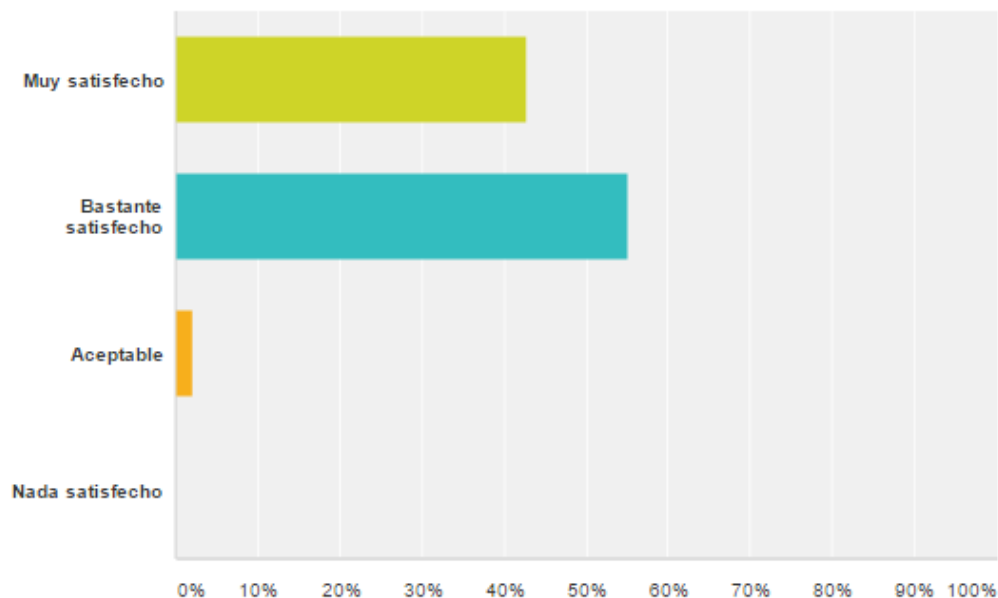
Opciones de respuesta	Respuestas
Si, es mejor hacerlo por el sistema que hacerlo en la propia universidad	73,47% 36
Si, aunque algunos procesos deberían seguir siendo realizados en oficina	26,53% 13
Me da igual hacerlo aqui que en la propia universidad	0,00% 0
No satisface su uso, prefiero hacerlo en la propia universidad	0,00% 0
Total	49

En la pregunta 7, se puede ver que el 73.47% de los encuestados considera que es mejor hacer los trámites a través del portal web y no realizarlo por el proceso manual, basado en el trámite por oficina. Sin embargo, hay un 26.53% de los participantes que aún cree que algunos procesos deberían seguir siendo hecho mediante el trámite tradicional.

### Pregunta 8:

#### En general, se encuentra satisfecho con el uso del portal de Servicios Administrativos

Respondido: 49 Omitido: 0



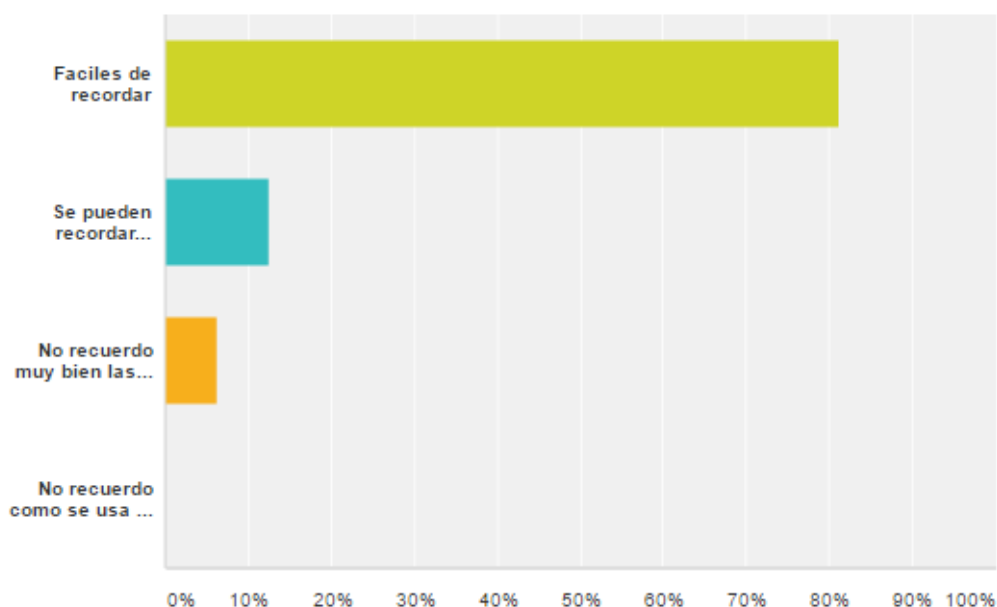
Opciones de respuesta	Respuestas
Muy satisfecho	42,86% 21
Bastante satisfecho	55,10% 27
Aceptable	2,04% 1
Nada satisfecho	0,00% 0
Total	49

En la pregunta 8, se establece el 97.96% está satisfecho de la forma como funciona el portal web, lo que valida de manera concreta su forma de funcionamiento.

## Pregunta 9:

### Como calificaría las opciones del portal administrativo en función a recordar su uso?

Respondido: 48 Omitido: 1



Opciones de respuesta	Respuestas
Faciles de recordar	81,25% 39
Se pueden recordar algunas opciones	12,50% 6
No recuerdo muy bien las opciones	6,25% 3
No recuerdo como se usa el portal	0,00% 0
Total	48

En la pregunta 9, se establece que el 81.25% de los encuestados considera que el portal web es de fácil recordación en cuanto a las opciones que maneja dejando solo a un 12.5% aquellas personas que solo pueden recordar algunas opciones.

## 4.2. Contratación de Hipótesis

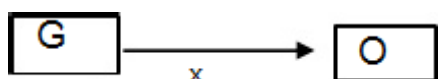
Esta tesis está basada en la idea de que una aplicación informática desarrollada según los parámetros indicados en este documento, permitirá establecer las condiciones de evaluación de la variable dependiente. Esta es la explicación del estudio de tipo experimental, en donde se desea establecer relaciones de causa y efecto, o bien establecer diferencias de ciertas variables que se están evaluando, por ello, el investigador controla todas las variables

intervinientes y se modifican convenientemente las variables independientes para apreciar sus posibles efectos sobre las variables dependientes.

El tipo de diseño para el método experimental consiste en administrar un estímulo o tratamiento a un grupo y después aplicar una medición para observar su efecto en la VD. La manipulación es mínima de la VI, ni tampoco hay control experimental

Diseño de la investigación G X O

G: grupo o muestra



O: observación

X: Estímulo

La hipótesis a contrastar es la siguiente:

**La implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la usabilidad del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega**

Se debe establecer, por tanto, la validez de la hipótesis a través de examinar la hipótesis en función de la variable independiente con los indicadores de la variable dependiente. Para ello se ha utilizado el método de Correlación de Pearson.

Se consideran los siguientes factores:

1.  $\alpha = 0.05$      $Z = 1.96$     Nivel de confianza: 0.95 o 95%

a. Facilidad de uso

Planteamientos iniciales:

1.  $H_0$  = La implementación de un sistema multiagente **no mejora significativamente** la facilidad de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
2.  $H_1$  = La implementación de un sistema multiagente **mejora significativamente** la facilidad de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

Para la implementación de la validez de hipótesis se esta usando los datos correspondientes a las preguntas p1,p2 y p4, relacionadas con la facilidad de uso, con lo cual se impementa la siguiente tabla:

	r1	r2	r3	r4	Suma
<b>p1</b>	37	11	1	0	<b>49</b>
<b>p2</b>	39	9	1	0	<b>49</b>
<b>p4</b>	9	38	4	0	<b>51</b>
<b>Suma</b>	<b>85</b>	<b>58</b>	<b>6</b>	<b>0</b>	<b>149</b>

Se considera para el cálculo de grados de libertad:

$$N = (3\text{filas} - 1) * (4\text{col} - 1) = 6$$

Y utilizando la fórmula de Chi-cuadrado para correlación de Pearson:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Obs - Esp)^2}{Esp}$$

Donde **Obs**: frecuencias observadas.

**Esp**: frecuencias esperadas.

Se obtiene el valor final  $r_1 = 49.30371$

Revisando la tabla de Chi cuadrado para 0.05y 6 grados se obtiene:

$$r = 12.592$$

Como  $r_1 > r$ , entonces se rechaza la idea de que las variables sean independientes, por lo que se acepta la hipótesis H1, que establece que la implementación de un sistema multiagente **mejora significativamente** la facilidad de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

b. Recuerdo en el tiempo

Planteamientos iniciales:

1. H0: La implementación de un sistema multiagente **no mejora significativamente** el recuerdo en el tiempo de uso del sistema

administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

2. H1: La implementación de un sistema multiagente **mejora significativamente** el recuerdo en el tiempo de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

Para la implementación de la validez de hipótesis se ha usado los datos correspondientes a las preguntas p5,p6 y p9, relacionadas con el recuerdo en el tiempo de uso, con lo cual se desarrolla la siguiente tabla:

	r1	r2	r3	r4	Suma
<b>p5</b>	20	27	2	0	<b>49</b>
<b>p6</b>	7	34	8	0	<b>49</b>
<b>p9</b>	39	6	3	0	<b>48</b>
<b>Suma</b>	<b>66</b>	<b>67</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>146</b>

Se considera para el cálculo de grados de libertad:

$$N = (3\text{filas} - 1) * (4\text{col} - 1) = 6$$

Y utilizando la fórmula de Chi-cuadrado para correlación de Pearson:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Obs - Esp)^2}{Esp}$$

Donde **Obs: frecuencias observadas.**

**Esp: frecuencias esperadas.**

Se obtiene el valor final  $r_1 = 47.52131$

Revisando la tabla de Chi cuadrado para 0.05y 6 grados se obtiene:

$$r = 12.592$$

Como  $r_1 > r$ , entonces se rechaza la idea de que las variables sean independientes, por lo que se acepta la hipótesis H1, que establece que la implementación de un sistema multiagente **mejora significativamente** el recuerdo en el tiempo del uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

c. Satisfacción de uso

Planteamientos iniciales:

1. H0 = La implementación de un sistema multiagente **no mejora significativamente** la satisfacción de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.
2. H1 = La implementación de un sistema multiagente **mejora significativamente** la satisfacción de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

Para la implementación de la validez de hipótesis utilizamos los datos correspondientes a las preguntas p3,p7 y p8, relacionadas con el recuerdo en el tiempo de uso, con lo cual arma la siguiente tabla:

	r1	r2	r3	r4	Suma
p3	9	34	5	0	48
p7	36	13	0	0	49
p8	21	27	0	0	48
Suma	66	74	5	0	145

Se considera para el cálculo de grados de libertad:

$$N = (3\text{filas} - 1) * (4\text{col} - 1) = 6$$

Y utilizando la fórmula de Chi-cuadrado para correlación de Pearson:

$$\chi^2 = \sum \frac{(Obs - Esp)^2}{Esp}$$

Donde **Obs**: frecuencias observadas.

**Esp**: frecuencias esperadas.

Se obtiene el valor final  $r1 = 35.81156$

Revisando la tabla de Chi cuadrado para 0.05y 6 grados se obtiene:

$$r = 12.592$$



Como  $r_1 > r$ , entonces se rechaza la idea de que las variables sean independientes, por lo que se acepta la hipótesis H1, que establece que la implementación de un sistema multiagente **mejora significativamente** la satisfacción de uso del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega.

### **4.3. Discusión de Resultados**

En base a las mediciones efectuadas, y utilizando las herramientas estadísticas necesarios se puede observar de manera completa el resultado del estudio realizado:

1. La accesabilidad del portal web desarrollado, es valorado por el 75.51% de los encuestados, elemento importante que valora el éxito o fracaso de un portal.
2. La sencillez en las opciones definidas en el portal fue señalada por el 79.59% de los usuarios del aplicativo, lo que incide claramente en la facilidad de uso.
3. Una de las propuestas más importantes del presente estudio fue la adopción de la interfaz de usuario, un concepto innovador puesto que, con un menor número de clicks se puede acceder a las diferentes opciones de servicio que los trámites administrativos de la Universidad ofrece, esta propuesta fue aceptada por el 70.83% de los encuestados.
4. A través del chi-cuadrado se ha podido establecer que los indicadores que definen la variable dependiente, es decir, usabilidad del sistema administrativo de nivel universitario usado en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega, tienen relación con la variable independiente, por lo que la hipótesis principal del proyecto queda demostrada claramente. Es importante este resultado porque traerá como consecuencia el desarrollo del aplicativo web de manera real y ya no como prototipo, dada la percepción favorable obtenida de los usuarios.
5. Otra consideración que se extrae de los resultados es, la necesidad cada vez más perentoria, de automatizar los procesos administrativos y

usar la web como el medio de interacción, debido a que los números recogidos muestran el alto grado de satisfacción en usar un portal web que le brinde las opciones de servicios, evitando en varios casos tener que ir a la oficina respectiva.

El análisis de los resultados ha arrojado numéricamente una aceptación mayoritaria de la propuesta técnica presentada, pero también ha significado para los usuarios:

- a. Una nueva forma de interactuar con un portal web
- b. Darle una comodidad de uso, sobre todo, a aquellos usuarios que no están habituados a usar aplicaciones móviles
- c. El modelo así concebido, puede ser evolucionado sin mayores problemas a una aplicación móvil, que le daría aún más facilidad de uso para las personas que interactúan con los servicios de la UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA.

## **VALIDACION EN EVENTOS INTERNACIONALES**

Una cosa importante a considerar es la presentación de la propuesta de tesis en eventos internacionales ante jurados especializados, logrando ser aceptados para exposición. Dichos eventos fueron:

- a. XXXII Conferencia Latinoamericana de Informática (CLEI-2006) 20-25 de Agosto 2006, Santiago de Chile. Paper presentado: **Sistema Multiagente para el Problema de Integración de Sistemas: El Caso de Servicios Educativos de Nivel Universitario.**
- b. IV Internacional School on Network Security Impact on Quality Software Engineering - Insoviña 2007 U. Católica de Chile (29-31 Octubre 2007). Paper: **Un Agente móvil aplicado a la integración de servicios orientados al estudiante de nivel universitario**
- c. SIMBig 2015: 2nd Annual International Symposium on Information Management and Big Data. Paper presentado: **Multi-agent System for Usability Improvement of an University Administrative System.** SIMBig 2015: 138-139

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones (relativas a las hipótesis del estudio)

Las conclusiones obtenidas del presente trabajo se muestran a continuación:

1. La usabilidad es una herramienta muy importante que permite medir el nivel de calidad de una aplicación informática, desde el punto de vista del cliente.
2. Las aplicaciones basadas en el modelo de interfaz única tienen ventajas de facilidad de uso, frente a las aplicaciones que usan menú de opciones clásico.
3. La accesibilidad de una aplicación no solo se mide en función a las características técnicas que tenga la aplicación (colores, fonts, resolución o velocidad) sino también en la comodidad que el usuario tenga en usar la aplicación.
4. Cuanto más sencillo sea el uso de una aplicación, más fácil de recordar será para el cliente, el manejo de las operaciones del portal
5. Los sistemas basados en agentes móviles permiten acceder a servidores remotos sin importar la tecnología que puedan tener, siendo una alternativa informática importante a ser considerada en futuros proyectos.

#### 5.2 Recomendaciones (relativas a las posibles aplicaciones que se pudieran dar a los resultados del estudio)

Referente a las recomendaciones que se pueden establecer a partir de lo establecido por el presente trabajo, se establecen las siguientes:

1. Implementar, en la medida de lo posible y para una mejor atención de los miembros de la comunidad universitaria, los diferentes procesos administrativos que la Universidad Inca Garcilaso de la Vega utiliza para el desarrollo cotidiano de sus actividades, mediante aplicaciones web que logren la interacción del usuario sin necesidad de apersonarse a las oficinas administrativas.
2. Impulsar en la currícula de la carrera de Ingeniería de Sistemas, la adopción de temas referentes a Cloud Computing, en diferentes asignaturas, debido a la importancia que este entorno de trabajo posee.
3. Reforzar en los cursos de Ingeniería de Software, conceptos como usabilidad y métricas, como criterios para medir la calidad del software a desarrollar por los estudiantes de pregrado.
4. Plantear la necesidad de validar los proyectos de tesis de maestría a eventos internacionales con jurado, como una medida de reforzamiento

y garantía de calidad de la propuesta tecnológica que el candidato a Magister presenta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[BAILEY, 2005] BAILEY R. ,(2005) *Information Commons Services for Learners and Researchers: Evolution in Patron Needs, Digital Resources and Scholarly Publishing* , relatorio tecnico Universidad of North Carolina presentado en INFORUM 2005.

[BARABASH y otros, 2003] BARABASH K., OSSIA Y., and PETRANK E. (2003). *Mostly concurrent garbage collection revisited*. SIGPLAN Not. 38, 11, 255-268.

[BAUER,2001] BAUER B (2001). *UML classes diagrams and agent-based systems*. In Proceedings of the fifth international conference on Autonomous agents (AGENTS '01). ACM, New York, NY, USA, 104-105.

[BELLIFEMINE y otros, 2007] BELLIFEMINE F., CAIRE G., GREENWOOD D.(2007) *Developing Multi-Agent Systems with JADE* Primera Edicion, Wiley & Sons Publishers.

[BENITEZ y otros, 2013] BENITEZ R., ESCUDERO G., KANAAN S (2013). *Inteligencia Artificial Avanzada* Editorial UOC (UNIVERSITAT OBERTA DE CATALUNYA), primera Edicion, España.

[BEYNER and MOUADDIB,2010] Beynier A. and Mouaddib A.(2010) *A Rich Communication Model in Opportunistic Decentralized Decision Making*. In Proceedings of the 2010 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Volume 02 (WI-IAT '10), Vol. 2. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 133-140.

[CABRI y otros, 2000] CABRI, G., LEONARDI L., ZAMBONELLI, F.(2000), *Mobile-Agent Coordination Models for Internet Applications* , IEEE Computer Magazine, pp 82-89.

[CASE,2014] CASE D.(2014) *Engineering multigroup agents for complex cooperative systems*. In Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems (AAMAS '14). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Richland, SC, 1707-1708. 2014

[CASTRO y otros, 2002]. CASTRO, J., KOLP, M., AND MYLOPOULOS, J.(2002) *Towards requirements-driven information systems engineering: The Tropos project*. Information Systems. Elsevier.

[CHANDRA y otros, 2000] CHANDRA J. MUKHERJEE S., PAPE W.(2000), *Information systems frontiers*, Association for Computing Machinery. Communications of the ACM. Tomo 43, No. 1; pág. 71 (9 páginas), New York:

[CMU, 2005] CARNEGIE MELLON UNIVERSITY.(2005) *Services and support, evolution and innovation*.

[DAVIDSSON and JOHANSSON,2005) Davidsson P. and Johansson S (2005). *On the metaphysics of agents*. In *Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems (AAMAS '05)*. ACM, New York, NY, USA, 1299-1300.

[DEBERNHAM and SIERRA,2008] Debenham J. and Sierra C.(2008) An Agent Architecture for an Uncertain World. In *Proceedings of the 2008 IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Volume 02 (WI-IAT '08)*, Vol. 2. IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 273-276.

[DETERS,2001] DETERS R.(2001) Scalability and information agents. *SIGAPP Appl. Comput. Rev.* 9, 3, pp 13

[EELES, 2004] EELES P.(2004) *What, no supplementary specification?* In *DevelopWorks*, IBM Corporation.

[EURESCOM, 2001]. EURESCOM,(2001) MESSAGE: Methodology for engineering systems of software agents, Technical Report P907-TI1, EURESCOM. 2001

[FERRERAS, 2008] FERRERAS B (2008). Aplicación de la usabilidad al proceso de desarrollo de páginas Web, Master Thesis. Universidad Politécnica de Madrid.

[FIELDING and TAYLOR, 2002] FIELDING R.T., TAYLOR R.(2002), *Principled Design of the Modern Web Architecture*, ACM Transactions on Internet Technology, Vol. 2, No. 2, Pages 115–150.

[FIPA, 2002] FOUNDATION FOR INTELLIGENT PHYSICAL AGENTSs, FIPA, (2002) *ACL Message Structure Specification*. Spec Technical.

[GAPPMAIER and ROSE,2001] GAPPMAIER M., ROSE V.(2001), *BPM-Based Systems Integration in Higher Education: U.S. Student Services for the 21st Century*, relatorio tecnico, Brigham Young University, Marriott School of Management, Estados Unidos

[GARCIA-OJEDA y otros (2004)]. GARCIA-OJEDA J. C., PEREZ-ALCAZAR J., ARENAS A.(2004), *Extending the Gaia Methodology with Agent-UML*, AAMAS'04, July 19-23, New York, New York, USA.

[GECHTER y otros, 2006] Gechter F., Chevrier V., and Charpillet F (2006). *A reactive agent-based problem-solving model: Application to localization and tracking*. ACM Trans. Auton. Adapt. Syst. 1, 2, 189-222.

[GORODETSKI y otros (2004)] GORODETSKI V., KARSAEV O., SAMOILOV V., KONUSHY V., MANKOV E., AND MALYSHEV A.(2004), *Multi-Agent System development kit, MAS software tool implementing Gaia Methodology*, St. Petersburg Institute for Informatics and Automation,Rusia,

[GUERRA,2011] GUERRA J.(2011) *Sistemas Distribuidos I*. Fondo Editorial de la UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA. Primera Edicion..

[HALLENBORG y otros (2007)] Hallenborg K., Jensen A., and Demazeau Y.(2007) *Reactive Agent Mechanisms for Manufacturing Process Control*. In Proceedings of the 2007 IEEE/WIC/ACM International Conferences on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology - Workshops (WI-IATW '07). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 399-403.

[HASSAN y otros, 2004] HASSAN Y., FERNÁNDEZ F, IAZZA G. *Diseño Web Centrado en el Usuario: Usabilidad y Arquitectura de la Información*. Revista Hipertext.net, núm. 2, 2004.

[HASAN and AL-SARAYREH,2015) HASAN L. and AL-SARAYREH K.T.(2015) *An Integrated Measurement Model for Evaluating Usability Attributes*. In Proceedings of the International Conference on Intelligent Information

Processing, Security and Advanced Communication (IPAC '15),, New York, NY, USA, , Article 94 , 6 pages.

[HENDERSON-SELLERS and GIORGINI, 2005) HENDERSON-SELLERS B.,GIORGINI (2005) P. *Agent Oriented Methodologies*. IDEA GROUP Publishing. Primera Edicion,

[INTERNETSISTEMADISTRIBUIDOGLOBAL ,2011] *Sistemas Distribuidos Global en Internet*, internetsistemadistribuidoglobal, disponible en <http://internetsistemadistribuidoglobal.wordpress.com/2011/09/05/sistemas-distribuidos-global-en-internet/>

[ISLAVISUAL, 2012] Islavisual (2012) *SEO y la Usabilidad Web*, disponible en [http://www.islavisual.com/articulos/seo\\_sem\\_smo/seo-y-la-usabilidad-web.php](http://www.islavisual.com/articulos/seo_sem_smo/seo-y-la-usabilidad-web.php)

[ISO, 1998] ISO.(1998) *ERGONOMIC REQUIREMENTS FOR OFFICE WORK WITH VISUAL DISPLAY TERMINALS (VDTS)-Part 11: Guidance on usability*; 1998.

[ISOIEC, 2000] Norma FDIS 9126-1 (2000). ISO/IEC. Disponible en <https://www.cse.unsw.edu.au/~cs3710/PMmaterials/Resources/9126-1%20Standard.pdf>

[ITU, 1999a]. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (1999), *ITU 100:Formal Description Techniques(FDT)- Specification and Description Language (SDL)*. 1999.

[ITU, 1999b]. INTERNATIONAL TELECOMMUNICATION UNION (1999), *ITU-120 : Formal Description Techniques(FDT): Message Sequence Chart*. 1999.

[IVANOVIC and BUDIMAC,2012] IVANOVIC M. and BUDIMAC Z (2012). Software agents: state-of-the-art and possible applications. In Proceedings of the 13th International Conference on Computer Systems and Technologies (CompSysTech '12), New York, NY, USA, pp11-22. Jun 2012

[IVANOVIC y otros, 2014] IVANOVIĆ M., RADOVANOVIĆ M., BUDIMAC Z., MITROVIĆ D., KURBALIJA V., DAI W., and ZHAO W (2014). *Emotional Intelligence and Agents: Survey and Possible Applications*. In Proceedings of



the 4th International Conference on Web Intelligence, Mining and Semantics (WIMS14) (WIMS '14). ACM, New York, NY, USA, , Article 52 , 7 pages.2014

[JABBAR and KHAN,2016] JABBAR H.K. and KHAN R.Z (2016). *Survey on Development of Expert System from 2010 to 2015*. In Proceedings of the Second International Conference on Information and Communication Technology for Competitive Strategies (ICTCS '16). ACM, New York, NY, USA, Article 130 , 7 pages.2016

[JUAN y otros (2002] JUAN T., PEARCE A., and STERLING L.(2002). ROADMAP: extending the gaia methodology for complex open systems. In Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems: part 1 (AAMAS '02). ACM, New York, NY, USA, 3-10. Jul 2002

[JULIÁN and BOTTI, 2003]. VICENTE J. and BOTTI V.(2003), *Estudio de métodos de desarrollo de sistemas multiagente*, Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. No.18, pp. 65-80, 2003

[KUEHNE y otros (2005) KUEHNE R., WILLE C., and DUMKE R.(2005) *Software agents using simulation for decision-making*. SIGSOFT Softw. Eng. Notes 30, 1.

[LEE y otros (2015) LEE J., SON J. ,JEONG T.(2015),Domain Knowledge based User-friendly Design for Leading Software Industry. Proceedings of the 2015 International Conference on Big Data Applications and Services, pages 72--77.

[LIU,1998] LIU J. (1998)Reactive agents for adaptive image analysis. In Proceedings of the second international conference on Autonomous agents. ACM, New York, NY, USA, 441-448.

[LOW y otros (2002] LOW K.H., LEOW W.K., and ANG M.H.(2002) A hybrid mobile robot architecture with integrated planning and control. In Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems: part 1 (AAMAS '02). New York, NY, USA, 219-226.

[MACAL and NORTH,2006] MACAL C. and NORTH M. (2006) *Tutorial on agent-based modeling and simulation part 2: how to model with agents*. In Proceedings of the 38th conference on Winter simulation (WSC '06), L. Felipe Perrone, Barry G. Lawson, Jason Liu, and Frederick P. Wieland (Eds.). Winter Simulation Conference 73-83.

[MACIUSZEK and MARTENS,2011]MACIUSZEK D. and MARTENS A. (2011) Cognitive tasks and collaborative agents for microadaptive game activities. In Proceedings of the 29th Annual European Conference on Cognitive Ergonomics (ECCE '11). ACM, New York, NY, USA, 271-272.

[MATTHIAS,2001] MATTHIAS K.(2001) Information agent technology for the Internet: a survey. *Data Knowl. Eng.* 36, 3 (March 2001), 337-372.2001

[MELLOULI y otros, 2002] MELLOULI S., MINEAU G., and PASCOT D.(2002) *The integrated modeling of multi-agent systems and their environment*. In Proceedings of the first international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems: part 1 (AAMAS '02). ACM, New York, NY, USA, 507-508.

[MODARES y otros (2016] MODARES J., MASTRONARDE N., and DANTU K. (2016) *UB-ANC emulator: an emulation framework for multi-agent drone networks: demo*. In Proceedings of the Tenth ACM International Workshop on Wireless Network Testbeds, Experimental Evaluation, and Characterization (WiNTECH '16). ACM, New York, NY, USA, 93-94.

[MOYA and TOLK,2007] MOYA L.J. and TOLK A.(2007) Towards a taxonomy of agents and multi-agent systems. Proceedings of the 2007 spring simulation multiconference - Volume 2. Society for Computer Simulation International, San Diego, CA, USA,pp 11-18.

[MURUKANNAIAH and SINGH,2014] Murukannaiah P. and Singh M.. (2014). *Xipho: extending tropos to engineer context-aware personal agents*. In *Proceedings of the 2014 international conference on Autonomous agents and multi-agent systems (AAMAS '14)*. International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Richland, SC, 309-316

[OCAMPO 2004] OCAMPO E.(2004), *Aplicación de un Sistema Multiagente a la planificación y asignación de trabajos en línea de producción manufacturera*, Doctorado en Ingeniería Informática, Universidad Pontificia de Salamanca. España 2004.

[ODELL y otros, 2000a]. ODELL, J., PARUNAK, H., AND BAUER, B.(2000) *Extending UML for agents*. Proceedings of the Agent-Oriented Information Systems Workshop, pages 3–17.

[ODELL y otros, 2000b]. ODELL, J., PARUNAK, H., AND BAUER, B. (2000) *Representing agent interaction protocols in UML*. Proceedings of the AGENTS'2000, Barcelona, Spain.

[OGP,2011] OFICINA GENERAL DE PLANIFICACION UNMSM.(2011), *Reglamento de Organización y Funciones*, RR 01206-R-11.

[PAVON, 2000] PAVON N.(2000) *New Trends in Programming*, Universidad de Huelva.

[PEREIRA y otros (2009) PEREIRA G. ,WILGES B., DUARTE L., NASSAR S., SILVEIRA R.(2009). *A Belief Desire Intention Multi Agent System in a Virtual Learning Environment*. 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies. Page(s):13- 14

[PERURENA and MORAGUEZ, 2013] PERURENA L., MORAGUEZ M.(2013) *Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación*. Revista Cubana de información en Ciencias de la Salud,. Vol 24, No 2

[POKAHR y otros (2005) POKAHR A., BRAUBACH L., and LAMERSDORF W.(2005) *A BDI architecture for goal deliberation*. In Proceedings of the fourth international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems (AAMAS '05). ACM, New York, NY, USA, 1295-1296.

[PRESSMAN, 2002] PRESSMAN R.(2002), *INGENIERÍA DEL SOFTWARE. Un enfoque práctico*. MCGRAW-HILL INTERAMERICANA DE ESPANA, 5ta edición.

[SANZ, 2003]. GÓMEZ SANZ J.(2003), *Metodologías para el desarrollo de sistemas multi-agente*, Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial. España, No.18, pp. 51-63.

[SCHREIBER y otros, 2000] SCHREIBER, A., AKKERMANS, J., ANJEWIERDEN, A.(2000), *Engineering of Knowledge and Management: The COMMONKADS Methodology*. MIT Press.

[SHNEIDERMAN,2007] SHNEIDERMAN B(2007). *Web science: a provocative invitation to computer science*. Commun. ACM 50, 6,pp 25-27.2007

[SHIAO, 2004] SHIAO D.(2004), *Mobile Agent: New Model of Intelligent Distributed Computing*, IBM China

[SHOHAM and LEYTON-BROWN,2009] Shoham Y. and Leyton-Brown K. (2009) *MULTIAGENT SYSTEMS, Algorithmic, Game-Theoretic, and Logical Foundations*. Cambridge University Press. 1er edicion.

[SONCCO, 2008] SONCCO L (2008). *Tecnología Web*, Maestría en Ciencias de la Computación, Pontificia Universidad Católica del Perú.

[SOMLO and HOWE,2004] SOMLO G. and HOWE A. (2004). *Using web helper agent profiles in query generation*. In Proceedings of the second international joint conference on Autonomous agents and multiagent systems (AAMAS '03). ACM, New York, NY, USA, 812-818.

[STUTZMAN,2004] STUTZMAN A.(2004) *Campus planning portfolio: using the peopleSoft portal to develop a planning website for middle states accreditation*. Proceedings of the 32nd annual ACM SIGUCCS conference on User services (SIGUCCS '04). NY, USA, 23-25.

[TANNENBAUM and VAN STEEN, 2007] TANNENBAUM A. VAN STEEN A. (2007) *Sistemas Distribuidos, principios y paradigmas*. Editorial Pearson, Segundo edition.

[THOMAS y otros (2002] THOMAS J., PEARCE A., STERLING L.(2002), *Roadmap: Extending the GAIA Methodology for Complex Open Systems*, AAMAS '02, July 15-19, Bologna.

[TUCHINDA and KNOBLOCK,2004] TUCHINDA R. and KNOBLOCK C.(2004). *Agent wizard: building information agents by answering questions*. In Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces (IUI '04). ACM, New York, NY, USA, 340-342.

[UXPA, 2005] User Experience Professionals Association.(2005) *Usability Definition*. Journal of Usability Studies. Usability Professionals' Assoc., Bloomingdale, IL.Volume 1 Issue 1 .

[VAN DYKE PARUNAK y otros (2004] VAN DYKE PARUNAK H., BRUECKNER S., FLEISCHER M., ODELL J.(2004). *A Design Taxonomy of Multi-agent Interactions*. In: Giorgini P., Müller J.P., Odell J. (eds) Agent-Oriented Software Engineering IV. AOSE 2003. Lecture Notes in Computer Science, vol 2935. Springer, Berlin, Heidelberg.2004

[VAN RIEMSDIJK, 2012] Van Riemsdijk M.(2012) *20 years of agent-oriented programming in distributed AI: history and outlook*. In Proceedings of the 2nd edition on Programming systems, languages and applications based on actors, agents, and decentralized control abstractions. ACM, New York, NY, USA, 7-10.

[VOGEL, 2004] VOGEL D.(2004), *Management and Security of Collaborative Web Environments*, Masters thesis, University of Bern, Suiza.

[WAGNER and LIEBERMAN,2004] WAGNER E. and LIEBERMAN H. (2004) *Demonstration of agent support for user hypotheses in problem diagnosis*. In Proceedings of the 9th international conference on Intelligent user interfaces (IUI '04). ACM, New York, NY, USA, 368-369.

[WOOD,2000]. WOOD, M. F.(2000) *Multiagent Systems Engineering: A Methodology for Analysis and Design of Multiagent Systems*. Air Force Institute of Technology. MS Thesis.

[WOOLDRIDGE y otros, 2000] WOOLDRIDGE M., JENNINGS N. R., AND KINNY D.(2000), *The Gaia Methodology for Agent-Oriented Analysis and Design*, Journal of Autonomous Agents and Multi-Agent Systems, vol. 15.

[YAO and LOGAN,2016] YAO Y. and LOGAN B.(2016) *Action-Level Intention Selection for BDI Agents*. In Proceedings of the 2016 International Conference

on Autonomous Agents & Multiagent Systems (AAMAS '16). International Foundation for Autonomous Agents and Multiagent Systems, Richland, SC, 1227-1236. 2016

[ZAMBONELLI y otros, 2003] ZAMBONELLI F., JENNINGS N., WOOLDRIDGE M.,(2003) *Developing Multiagent Systems: The Gaia Methodology*, ACM Transactions on Software Engineering and Methodology, Vol. 12, No. 3, Pages 317–370, July 2003

## **ANEXOS**

### a) INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**  
**Responsable: Lic. Jorge Guerra Guerra**

TÍTULO	DEFINICION DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACION DE HIPÓTESIS	CLASIFICACION DE VARIABLES	DEFINICION OPERACIONAL	METODOLOGIA	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	INSTRUMENTOS
Implementación de un Sistema Multiagente para integración de sistemas administrativos de nivel universitario para mejorar la usabilidad, al aplicado al portal de UIGV	Como influye la implementación de un sistema multiagente para integración de sistemas administrativos en mejorar la usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega?	Determinar la influencia de la implementación de un sistema multiagente para integración de sistemas administrativos en la usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega	La implementación de un sistema multiagente mejora significativamente la usabilidad de sistemas administrativos de nivel universitario usados en el portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega	Variable Independiente: Implementación de un sistema multiagente  Variable Dependiente: Usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega	Implementación de un sistema multiagente  Modelo de implementación o. Metodología a utilizar - Plataforma de Agentes  Usabilidad del portal de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega  - facilidad de aprendizaje - recuerdo en el tiempo - satisfacción	Tipo: Tipo de Investigación Investigativa Explicativa (causal).  Nivel: Nivel: Aplicado.  Método: Experimental, estudio de causa efecto.	Unidad de Análisis: Usuarios del sitio web.  Universo: Los usuarios del portal web de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega  Población: Los usuarios del portal web de la Universidad Inca Garcilaso de la Vega	ENCUESTA  En línea SurveyMonkey <a href="https://es.surveymonkey.com/">https://es.surveymonkey.com/</a>  ENTREVISTA  Usuarios al azar del portal