ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS

INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

IV PROMOCIÓN

TESIS DE GRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

TEMA: "DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UNA APLICACIÓN WEB QUE PERMITA EL ANÁLISIS DE LA FACILIDAD DE COMPRENSIÓN EN DIAGRAMAS UML DE INTERACCIÓN A TRAVÉS DE UNA RÉPLICA EXPERIMENTAL Y SÍNTESIS DE ESTUDIOS PREVIOS APLICADO EN LA ESCUELA DE INGENIERIA EN SISTEMAS DE LA ESPOCH"

AUTORA: ING. GLADYS LORENA AGUIRRE SAILEMA

DIRECTOR: PHD. OMAR SALVADOR GÓMEZ GÓMEZ.

LATACUNGA

2016

ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

CERTIFICACIÓN

Certifico que el trabajo de titulación, "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB QUE PERMITA EL ANÁLISIS DE LA FACILIDAD DE COMPRENSIÓN EN DIAGRAMAS UML DE INTERACCIÓN A TRAVÉS DE UNA RÉPLICA EXPERIMENTAL Y SÍNTESIS DE ESTUDIOS PREVIOS APLICADO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA ESPOCH.", realizado por la Ing. GLADYS LORENA AGUIRRE SAILEMA, ha sido revisado en su totalidad y analizado por el software anti-plagio, el mismo que cumple con los requisitos teóricos científicos, técnicos, metodológicos y legales establecidos por la Universidad de Fuerzas Armadas ESPE, por lo tanto me permito acreditarlo y autorizar al señora ING. GLADYS LORENA AGUIRRE SAILEMA para que lo sustente públicamente.

Latacunga, 3 de junio de 2016

Omar Salvador Gómez Gómez. Ph.D.

Director

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD

Yo, GLADYS LORENA AGUIRRE SAILEMA, con cédula de identidad N°. 1803115870, declaro que este trabajo de titulación "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB QUE PERMITA EL ANÁLISIS DE LA FACILIDAD DE COMPRENSIÓN EN DIAGRAMAS UML DE INTERACCIÓN A TRAVÉS DE UNA RÉPLICA EXPERIMENTAL Y SÍNTESIS DE ESTUDIOS PREVIOS APLICADO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA ESPOCH." ha sido desarrollado considerando los métodos de investigación existentes, así como también se ha respetado los derechos intelectuales de terceros considerándose en las citas bibliográficas.

Consecuentemente declaro que este trabajo es de mi autoría, en virtud de ello me declaro responsable del contenido, veracidad y alcance de la investigación mencionada.

Latacunga, 3 de junio de 2016

Ing. Gladys Lorena Aguirre Sailema

C.C.: 1802500965

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

AUTORIZACIÓN

Yo, GLADYS LORENA AGUIRRE SAILEMA, autorizo a la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE publicar en la biblioteca Virtual de la institución el presente trabajo de titulación "DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA APLICACIÓN WEB QUE PERMITA EL ANÁLISIS DE LA FACILIDAD DE COMPRENSIÓN EN DIAGRAMAS UML DE INTERACCIÓN A TRAVÉS DE UNA RÉPLICA EXPERIMENTAL Y SÍNTESIS DE ESTUDIOS PREVIOS APLICADO EN LA ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS DE LA ESPOCH.", cuyo contenido, ideas y criterios son de mi autoría y responsabilidad.

Latacunga, 3 de junio de 2016

Ing. Gladys Lorena Aguirre Sailema

C.C.: 1802500965

DEDICATORIA

A Iván Menes mi esposo

A Iván Alejandro y Diego Alexander mis hijos

A María Sailema mi madre.

Lorena

AGRADECIMIENTO

.

A la Universidad de las Fuerzas Armadas, ESPE al PhD Omar Gómez Director de la Tesis, por su ayuda y motivación para la culminación de este trabajo.

Lorena

ÍNDICE DE CONTENIDOS

CARÁTULA……i
CERTIFICACIÓN ii
AUTORÍA DE RESPONSABILIDAD iii
AUTORIZACIÓN iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
ÍNDICE DE CONTENIDOS vii
ÍNDICE DE TABLAS..... xii
ÍNDICE DE FIGURAS..... xiv
ÍNDICE DE ANEXOS xvi
RESUMEN xvii
ABSTRACT..... xviii

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.1 Introducción **1**
1.2 Formulación del problema **1**
1.3 Objetivos..... **2**
1.3.1 Objetivo general **2**
1.3.2 Objetivos específicos **2**
1.4 Justificación e importancia..... **3**
1.5 Planteamiento de la Hipótesis..... **4**
1.6 Variables de la investigación..... **4**

1.7 Conclusión del capítulo **5**

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO **6**

2.1 Introducción **6**

2.2 Antecedentes investigativos **6**

2.3 Fundamentación legal **6**

2.4 Ingeniería de software **7**

2.4.1 Aspectos de un producto software **7**

2.4.2 Características de los productos software **7**

2.4.3 Modelos de desarrollo de software **8**

2.5 Lenguaje unificado de modelado (UML) **11**

2.5.1 Tipos de diagramas **12**

2.6 La educación y la ingeniería de software **18**

2.6.1 Importancia de la educación **19**

2.6.2 Proceso enseñanza aprendizaje **19**

2.6.3 Interacción alumno–docente **20**

2.6.4 Modelado de procesos de enseñanza-aprendizaje (PEA) **21**

2.6.5 Educación y la ingeniería de software **22**

2.7 Experimentación en la ingeniería de software (IS) **22**

2.7.1 Réplicas de experimentos **23**

2.7.2 Tipos de replicación de experimentos **23**

2.7.3 Experimentación docente **24**

2.7.4 Quienes se benefician de un proceso de experimentación docente **25**

2.8 Herramienta estadística R **26**

2.8.1 Características de R **27**

2.9 Aplicación rApache **27**

2.9.1 Características de rApache **27**

2.10 Conclusión del capítulo **27**

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB "Analice" **29**

3.1 Introducción **29**

3.2 Sitio web **29**

3.3 Modelo en cascada **29**

3.4 Metodología de desarrollo software MDS 360° **30**

3.4.1 Requisitos **30**

3.4.2 Diseño de la Aplicación **42**

3.4.3 Implementación **45**

3.5 Conclusión del capítulo **50**

CAPÍTULO IV

EXPERIMENTO REPLICADO ESPOCH **51**

4.1 Introducción **51**

4.2 Tipo de replicación **51**

4.3 Fases del proceso de la experimentación en ingeniería de software **51**

4.3.1 Fase 1: definición **51**

4.3.2 Fase 2: diseño **57**

4.3.3 Fase 3: ejecución **59**

4.3.4 Fase 4: análisis **61**

4.4 Tipos de investigación **68**

4.5 Métodos y técnicas **69**

4.6 Conclusión del capítulo **70**

CAPÍTULO V

SÍNTESIS DE ESTUDIOS **71**

5.1 Introducción **71**

5.2 Objetivos en meta-análisis **71**

5.3 Meta-Análisis **71**

5.4 Conclusiones del capítulo **75**

CAPÍTULO VI

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN WEB "Analice" **76**

6.1 Introducción **76**

6.2 Facilidad de comprensión a evaluar **76**

6.3 Evaluadores **77**

6.4 Pasos en la validación **.....77**

6.5 Resultados **.....77**

6.6 Conclusiones del capítulo **.....81**

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 82

7.1 Conclusiones **.....82**

7.2 Recomendaciones **.....83**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 84

ANEXOS…….....89

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Lineamientos del proyecto de tesis..... 4
Tabla 2. Variables: independiente y dependiente 5
Tabla 3. Niveles de la educación regular en el Ecuador 19
Tabla 4. Beneficiarios y beneficios en una experimentación. 25
Tabla 5. Interrogantes y respuestas..... 32
Tabla 6. Preguntas y respuestas a la docente. 32
Tabla 7. Información de R 36
Tabla 8. Información de UML 36
Tabla 9. Generar números aleatorios 37
Tabla 10. Unir dos listas 37
Tabla 11. Cargar archivo con extensión csv. 38
Tabla 12. Cargar archivo texto..... 38
Tabla 13. Visualiz.ar datos del archivo csv. 39
Tabla 14. Visualizar datos de un archivo tipo texto 39
Tabla 15. Generar gráfica con los datos del archivo con extensión csv..... 40
Tabla 16. Generar gráfica con los datos del archivo texto. 40
Tabla 17. Análisis descriptivo de datos..... 41
Tabla 18. Análisis de la varianza. 41
Tabla 19. Normalidad y homocedasticidad de datos. 42
Tabla 20. Tabla del equipo de investigación. 52
Tabla 21. Tabla de objetivos, preguntas, metas y métricas 53
Tabla 22. Variables independientes y dependendientes. 56
Tabla 23. Organización de los instrumentos. 58
Tabla 24. Ubicación de los estudiantes en las sesiones. 59
Tabla 25. ANOVA para la variable tiempo. 65
Tabla 26. ANOVA para la variable puntuación total 66
Tabla 27. Datos de estudios previos. 72
Tabla 28. Cálculo del tamaño del efecto 73
Tabla 29. Cálculo de la heterogeneidad de datos..... 74
Tabla 30. Evaluadores 76
Tabla 31. Resultados de la métrica: learning..... 77

Tabla 32. Resultados de la métrica *adapthing to the user* 78
Tabla 33. Resultados de la métrica *feedback and errors*..... 80
Tabla 34. Listado de estudiantes 1
Tabla 35. Tabla general con los datos recolectados 1
Tabla 36. Puntuación obtenido por cada estudiante en los diagramas..... 6
Tabla 37. Tipo de diagrama y puntuación..... 2
Tabla 38. Distribución de tiempo en segundos según el grupo al que pertenecen..... 4
Tabla 39. Distribución de tiempo en segundos según el programa. 6
Tabla 40. Distribución de tiempo en segundos según el tipo de diagrama. 8
Tabla 41. Total del tiempo y al grupo que pertenecen. 10

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Fases de un proyecto según el modelo en cascada..... 8
Figura 2. Fases del modelo evolutivo para el desarrollo software..... 9
Figura 3. Construcción de prototipos (cliente/usuario)..... 9
Figura 4. El modelo de la espiral 10
Figura 5. Fases del modelo RUP (Proceso Unificado de Rational) 10
Figura 6. Procesos de desarrollo de la programación extrema clásica 11
Figura 7. Clasificación de los diagramas en UML. 12
Figura 8. Definición de una clase 13
Figura 9. Diagrama de estructuras compuestas. 13
Figura 10. Componente de un diagrama de componentes 13
Figura 11. Diagrama de despliegue..... 14
Figura 12. Representación de un objeto para los diagramas de objetos. 14
Figura 13. Diagrama de paquetes 14
Figura 14. Diagrama de actividades..... 15
Figura 15. Diagrama de casos de uso..... 15
Figura 16. Diagrama de secuencia 16
Figura 17. Diagrama de comunicación 16
Figura 18. Diagrama de tiempo 17
Figura 19. Diagrama de colaboración 17
Figura 20. Diagrama de estados de un objeto 18
Figura 21. Diagrama de distribución. 18
Figura 22. Interacción alumno-docente en el proceso enseñanza aprendizaje 21
Figura 23. Dinámica del proceso docente-educativo..... 22
Figura 24. Actividades del proceso de experimentación en IS..... 23
Figura 25. Fases del modelo cascada 30
Figura 26. Diagrama de casos de uso: usuario-aplicación 34
Figura 27. Casos de uso para cargar archivos csv o txt. 35
Figura 28. Casos de usos para información de R y de UML..... 35
Figura 29. Diagrama de secuencia de la interacción usuario y la aplicación 43

Figura 30. Mostrar información de UML. 43
Figura 31. Unir 2 listas. 44
Figura 32. Organización de la aplicación web 44
Figura 33. Representación de la aplicación : cliente/servidor 45
Figura 34. Flujo de datos para el análisis de datos 46
Figura 35. Pantalla inicial 47
Figura 36. Pantalla de información R. 47
Figura 37. Pantalla de información de UML. 48
Figura 38. Pantalla de subir un archivo. 48
Figura 39. Pantalla de graficación en cajas. 49
Figura 40. Pantalla del análisis de datos (ANOVA). 49
Figura 41. Actividades del proceso de experimentación en IS 51
Figura 42. Distribución de puntuaciones según instrumentos utilizados. 62
Figura 43. Distribución de puntuaciones según tipos de diagramas utilizados. 62
Figura 44. Distribución de puntuaciones según grupo ubicado de estudiantes 63
Figura 45. Distribución de tiempo en segundos según programas utilizados. 63
Figura 46. Distribución de tiempo en segundos según tipos de diagramas 64
Figura 47. Distribución de tiempo en segundos según grupos de estudiantes. 64
Figura 48. Q-Q para diagnosticar normalidad de la puntuación 66
Figura 49. Q-Q para diagnosticar normalidad de la duración en segundos. 67
Figura 50. Representación de datos en *ForestPlot.* 74
Figura 51. Representación de datos para *learning* 78
Figura 52. Representación de datos para *Adapthing to the user* 79

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Listado de estudiantes

Anexo B. Tabla general de los datos recolectados

Anexo C. Puntuación obtenido por cada estudiante en los diagramas

Anexo D. Tipo de diagrama y puntuación

Anexo E. Distribución de tiempo en segundos según el grupo al que pertenecen

Anexo F. Distribución de tiempo en segundos según el programa

Anexo G. Distribución de tiempo en segundos según el tipo de diagrama

Anexo H. Total del tiempo y al grupo que pertenecen

Anexo I. Codificación de los métodos

Anexo J. Instrumento de usabilidad

RESUMEN

Ecuador está viviendo un proceso de cambios dentro de cada una de las entidades que conforman este país, la educación es una institución que actualmente está inmersa en un proceso de renovación. El aula donde se forman los profesionales en software, puede ser utilizada para implementar diferentes experimentos, los mismos que pueden ser medidos y analizados con el uso de herramientas estadísticas.El presente trabajo de investigación está organizado de la siguiente manera: en el primer capítulo se presenta un compendio de elementos que aborda la problemática sobre la investigación experimental en ingeniería de software y el desarrollo de una aplicación web. El segundo capítulo contiene los fundamentos generales sobre: la experimentación en la ingeniería de software, UML (Lenguaje de Modelado Unificado), finalizando con R y rApache. En el tercer capítulo se aplica la metodología de software MDS 360º para desarrollar la aplicación web "Analice". El capítulo cuarto contempla el proceso de la experimentación en ingeniería de software, aplicado a los estudiantes de la asignatura de proyecto integrador II, partiendo desde una descripción del tipo de replicación hasta el desarrollo de cada una de las fases para llevar a cabo la experimentación y finalizando con la demostración de la hipótesis. El capítulo quinto contiene una integración sistemática de los resultados medidos por: Otero, Glezer y los obtenidos en esta tesis usando meta-análisis. Para el capítulo sexto se realiza la validación de la aplicación web "Analice" por parte de los usuarios a través de una encuesta validada de usabilidad y finalmente las conclusiones y recomendaciones.

PALABRAS CLAVE:

- **INGENIERÍA DE SOFTWARE**
- **LENGUAJE DE MODELADO UNIFICADO**
- **APLICACIÓN WEB**
- **RAPACHE**

ABSTRACT

Ecuador is undergoing a deep process of change withing each of the institutions that conform the country, the educational field is currently involved in this process. Classrooms where future Software professionals gets formed can be used to implement different experiments, they can be measured and analyzed by using statistical tools. This investigative work is organized in the following way: in the first chapter it is presented a compendium of elements about the experimental investigation issues in Software Engineering and the development of a web application. The second chapter contains the general bases about: experimentation in Software Engineering, Unified Modeling Language (UML), R and rApache. In the third chapter the MDS 360o is applied in order to develop a web application "Analice". The four chapter is about the process of experimentation in Software Engineering applied to the students of the module "Proyecto Integrador II", based on a description of the replication type reaching the development of the phases to implement experimentation and finishing with the demonstration of the hypothesis. Fifth chapter contains a systemic integration of the results measured according to: Otero, Glezer and the results obtained in this work by using meta-analysis. In the sixth chapter a validation of the web application "Analice" is being made by the users through a validated survey of usability. Finally, conclusions and recommendations are presented.

KEY WORDS:

- **SOFTWARE ENGINEERING**
- **UNIFIED MODELING LANGUAJE**
- **WEB APPLICATION**
- **RAPACHE**

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Introducción

En este capítulo se presenta un compendio de los elementos presentados en la problemática sobre la investigación experimental en ingeniería de software, puntualmente en réplica de experimentos en diagramas de UML: secuencia y colaboración.

Adicionalmente, se presenta los objetivos tanto el general como los específicos, justificación e importancia, la hipótesis, las variables (independiente y dependiente), finalizando con las conclusiones de este capítulo.

1.2 Formulación del problema

Ecuador está viviendo un proceso de cambios dentro de cada una de las entidades que conforman este país, la educación es una institución que actualmente está inmersa en un proceso de renovación. El aula donde se forman los profesionales en software, puede ser utilizada por los docentes para implementar diferentes experimentos aplicando actividades como la planificación y la experimentación. Estas actividades pueden ser medidas y analizadas con el uso de herramientas estadísticas.

En las materias de Proyecto Integrador II y Estadística, el profesor se enfrenta al problema de usar software estadístico propietario el cual involucra el conocimiento y experiencia de los comandos de consola de herramientas como: Excel o SPSS (Statistical Package for the Social Science). En este contexto, se desarrollará una aplicación web que permita analizar datos estadísticos y librar al docente el peso que representa el aprendizaje de una herramienta estadística y obtener el análisis de datos de una manera más intuitiva lo que significaría un ahorro de tiempo y esfuerzo.

Los distintos trabajos realizados en la carrera de ingeniería en sistemas muchas ocasiones terminan en un único estudio sin realizar una verificación apropiada a los resultados, es ahí donde nace la necesidad de aplicar el método experimental para la generación de conocimiento basado en técnicas, métricas y herramientas para el desarrollo software. La experimentación es un método aceptado

dentro de cualquier disciplina científica y se espera lo mismo en la ingeniería de software. Los resultados de un experimento deben poder ser replicados para lograr mayor confianza en los hallazgos encontrados.

Por lo anterior expuesto se pretende aplicar el paradigma experimental (Juristo & Moreno, 2001) para medir la facilidad de comprensión en diagramas de interacción: secuencia y colaboración de UML, en la materia de proyecto integrador II.

En esta tesis se hará uso del paquete experimental empleado en (Otero & Dolado, 2004).

Se pretende desarrollar una aplicación web para representar los datos obtenidos de la experimentación; así como una síntesis de estudios previos (meta-análisis) de otras investigaciones más la presente.

Finalmente la presente investigación procurará responder y aportar a la ingeniería de software en relación a la siguiente pregunta: ¿Existe alguna diferencia con respecto a la facilidad de comprensión de los diagramas de secuencia y colaboración en el contexto del modelado de sistemas de información y sistemas en tiempo real?.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

Diseñar e implementar una aplicación web que facilite el análisis de la facilidad de comprensión en diagramas de interacción del lenguaje unificado de modelado (UML) a través de una réplica experimental y síntesis de estudios previos (Meta-Análisis) en la asignatura de proyecto integrador II de la carrera de Ingeniería en Sistemas en la Facultad de Informática y Electrónica de la ESPOCH.

1.3.2 Objetivos específicos

a. Construir el marco teórico con información de los diagramas de interacción de secuencia y colaboración e identificar las métricas de calidad que permiten evaluar la facilidad de comprensión.
b. Utilizar los artefactos empleados en (Otero & Dolado, 2004) de su paquete experimental para el desarrollo de una réplica.

c. Implementar la propuesta con las métricas de facilidad de comprensión y realizar las mediciones, desarrollar una aplicación web con interfaz amigable que se interconecte con el software estadístico R, para analizar los datos.
d. Hacer una integración de estudios previos de (Otero & Dolado, 2004), (Glezer, Last, Nachmany, & Shoval, 2005) más los resultados de la réplica realizada en esta tesis.
e. Validar la aplicación web propuesta.

1.4 Justificación e importancia

La aplicación web a desarrollar involucra a docentes, estudiantes, principalmente a la escuela de Ingeniería en Sistemas de la ESPOCH (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo) ya que dispondrán de una aplicación que podría ser manejada fácilmente y amigablemente por los entes antes mencionados, sin tener que invertir dinero en licencias de herramientas propietarias.

El elaborar, aplicar experimentos precisos y repetibles es el sello para una disciplina científica o de ingeniería madura. En esta tesis se medirá la facilidad de comprensión que significa medir la dificultad o el esfuerzo de las personas para entender varios modelos (Tuya, Ramos, & Dolado, 2007) en pro de lograr un software de mejor calidad (Calero & Moraga, 2010), lo que implica corregir errores a tiempo disminuyendo el costo de desarrollo de un sistema; la medición se realizará en diagramas del lenguaje de Modelado Unificado (UML): secuencia y colaboración en la etapa de diseño de desarrollo software; es recomendable definir todo lo que abarcará una aplicación software en las etapas iniciales que en etapas finales como la codificación. Los beneficiarios de la experimentación en la ingeniería de software serán: docentes, investigador y estudiantes estos últimos aprenderán técnicas y habilidades que les puedan servir como futuros profesionales (García, y otros, 2004).

En la actualidad según el decreto 1014 (Delgado, 2008) con el cual el software libre pasa a ser una política de estado para ser adoptado por todos los sistemas educativos y para la gestión de las instancias públicas. Esta tesis ingresa dentro de este decreto ya que todas las herramientas son de software libre lo que beneficiará económicamente a la Escuela de Ingeniería en Sistemas.

Dentro de las líneas de investigación de la ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas) esta tesis se enmarca dentro del área de las tecnologías de la información y comunicación como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1

Lineamientos del proyecto de tesis

Lineamientos del proyecto de tesis	
Universidad de las Fuerzas Armadas (ESPE).	Según resolución del Consejo de Investigación y Vinculación con la colectividad No 2013-002-ESPE-b (ESPE, 2013). Una de las líneas de Investigación en esta institución educativa es: Tecnologías de la Información y Comunicación, esta tesis se enmarca dentro de esta línea.
Plan del Buen Vivir 2013 – 2017 (Semplades, 2013).	• Objetivo 2: Mejorar las capacidades y potencialidades de la ciudadanía. • Objetivo 4: Fortalecer las capacidades y potencialidades de la ciudadanía: Construiremos un conocimiento emancipador, ampliaremos la cobertura y superaremos la calidad en todos los niveles educativos. Fortaleceremos la investigación para la innovación científica y tecnológica.

Fuente: (ESPE, 2013)

1.5 Planteamiento de la Hipótesis

El diseñar e implementar una aplicación web facilitará el análisis y síntesis de experimentos que estudian la facilidad de comprensión en diagramas de interacción (secuencia y colaboración) del Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

1.6 Variables de la investigación

Esta investigación incluirá las variables que se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2

Variables: independiente y dependiente

Tipo	Variables	Indicadores
- **Variable Independiente**	Aplicación Web	
- **Variable Dependiente**	Facilidad de uso de la aplicación web para el análisis y síntesis de experimentos afines a la facilidad de comprensión en diagramas de interacción.	• Aprendizaje • Adaptación al usuario • Reacción y errores

1.7 Conclusión del capítulo

Este trabajo de Investigación se desarrollará de acuerdo a los siguientes pasos:

1. Comenzar con la revisión bibliográfica, el mismo que servirá para la elaboración del marco teórico y marco contextual.
2. A continuación se desarrollará la etapa de la experimentación para determinar la facilidad de comprensión de los estudiantes en la asignatura de proyecto integrador II en los diagramas de secuencia y colaboración.
3. El siguiente paso es el desarrollo de una aplicación que apoyará el análisis de datos.
4. Realizar una síntesis de estudios previos añadiendo la presente investigación con investigaciones previas.
5. Validación de la aplicación web.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Introducción

El Capítulo II se centra en el desarrollo del marco teórico, el mismo que engloba antecedentes investigativos; además, se hace una descripción de elementos como: la ingeniería de software, diagramas de UML (Lenguaje de Modelado Unificado) aclarando que no es un manual, la educación, la experimentación en la ingeniería de software y la herramienta estadística R; los mismos que permiten adentrarse en antecedentes contextuales de la presente investigación; así como trabajos previos afines a esta investigación.

2.2 Antecedentes investigativos

UML (Lenguaje de Modelado Unificado) (Booch, Jacobson, & Rumbaugh, 1999) desarrollado para especificar, visualizar, construir y documentar los componentes de los sistemas de software, también para modelos de negocio y otros sistemas diferentes al software.

La ingeniería de software ha incorporado el paradigma experimental como material de ayuda para realizar investigaciones, esta investigación se basará en experimentos replicados para medir la facilidad de comprensión en estudiantes que cursan la asignatura de proyecto integrador II. Apoyándose para el análisis de datos en una aplicación web a desarrollarse denominada “Analice”.

2.3 Fundamentación legal

La presente investigación tiene su sustento legal en la Constitución de la República del Ecuador (Delgado, 2008) donde se menciona que.

Art. 1: Establecer como política pública para las entidades de administración Pública central la utilización del Software Libre en sus sistemas y equipamientos informáticos.

Art. 2: Se entiende por software libre, a los programas de computación que se pueden utilizar y distribuir sin restricción alguna, que permitan el acceso a los códigos fuentes y que sus aplicaciones puedan ser mejoradas.

Estos programas de computación tienen las siguientes libertades:

- Utilización de programa con cualquier propósito de uso común.
- Distribución de copias sin restricción alguna
- Estudio y modificación de programa (requisito: código fuente disponible)
- Publicación del programa mejorado (requisito: código fuente disponible).

2.4 Ingeniería de software

De acuerdo a (Sommerville, 2005) la ingeniería de software se define como "una disciplina de la ingeniería que comprende todos los aspectos de la producción de software desde las etapas iniciales de la especificación del sistema, hasta el mantenimiento de éste después de que se utiliza". Actualmente el mundo globalizado gira entorno a la economía de cada país, y cada país depende en gran parte de los productos software que utilizan cada una de las pequeñas, medianas y grandes empresas sean estas entidades públicas o privadas; los procesos actualmente son controlados por el software los mismos que son desarrollados bajos teorías, herramientas, métodos y ciclos de vida.

2.4.1 Aspectos de un producto software

Según (Calero & Moraga, 2010) la ingeniería de software puede ser vista como una disciplina de la ingeniería que abarca todos los aspectos del desarrollo de un producto software; los aspectos constituyen actividades que son llevadas a cabo por los ingenieros de software o ingenieros en sistemas entre las cuales se pueden mencionar cuatro:

1. Especificación de software donde los clientes e ingenieros definen el software a producir y las restricciones sobre su operación.
2. Desarrollo del software donde el software se diseña y programa.
3. Validación del software donde el software se válida para asegurar que es lo que el cliente requiere.
4. Evolución del software donde el software se modifica para adaptarlo a los cambios requeridos por el cliente y el mercado

2.4.2 Características de los productos software

Entre las características básicas que un software debe poseer se puede mencionar:

- Mantenibles.- Que el software evolucione y siga cumpliendo con sus especificaciones.
- Confiabilidad.- El software no debe causar daños físicos o económicos en el caso de fallos.
- Eficiencia.- No debe desperdiciar los recursos del sistema.
- Utilización adecuada.- El software debe contar con una interfaz de usuario adecuada y su documentación.

2.4.3 Modelos de desarrollo de software

- **Modelo en cascada** (Blé, 2010)

Este modelo ayuda con las pautas necesarias para organizar el desarrollo del software y ha servido como bloque de construcción para otros paradigmas, mientras no se termine con una etapa no se puede avanzar a la siguiente.

El Figura 1 representa el modelo en cascada según (Blé, 2010) con sus distintas fases de especificación y desarrollo.

Figura 1.Fases de un proyecto según el modelo en cascada

Fuente: LabVIEW entorno Figura de programación. (Lajara & Pelegrí, 2011)

- **Desarrollo evolutivo** (Sommerville, 2005)

Ciertos autores lo llaman prototipo, permite construir un conjunto de versiones sucesivas de un producto. El desarrollo de software en forma evolutiva requiere un especial cuidado en la manipulación de documentos, programas, datos de test, etc. desarrollados para distintas versiones del software. En el Figura 2 se evidencia las diferentes fases de este modelo.

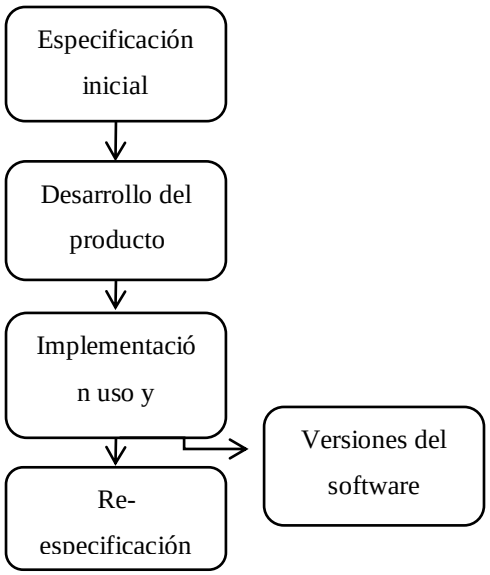

Figura 2. Fases del modelo evolutivo para el desarrollo software

Fuente: Metodologías de desarrollo. (Priolo, 2009)

- **Prototipado** (Campderrich, 2003)

Este tipo de modelo permite desarrollar todo un sistema o algunas de sus partes, permitiendo tanto como al desarrollador, al usuario y al cliente estén de acuerdo en lo que se necesita.

Este modelo sirve de prototipo para la construcción del sistema final. En el Figura 3 se visualiza las diferentes fases del modelo prototipado; el mismo que se centra en una representación de aquellos aspectos del software que serán visibles para el cliente o el usuario final.

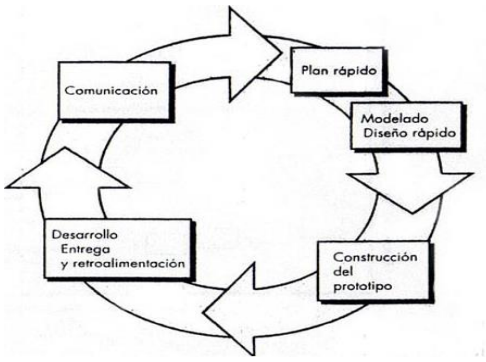

Figura 3. Construcción de prototipos (cliente/usuario).

Fuente: Construcción de prototipos (cliente/usuario). (Campderrich, 2003)

- **Espiral** (Cortés, 1998)

En el Figura 4 se expone las fases del modelo de ciclo de vida de meta-vida del modelo espiral, el mismo que cuando completa un esfuerzo

(fase) de desarrollo empieza otro. Una característica marcada es el manejo de gestión de riesgos en el ciclo de desarrollo.

Figura 4. El modelo de la espiral

Fuente: (Cortés, 1998)

- **RUP** (Proceso Unificado de Rational**)** (Báez & Suárez, 2013)

  Contiene ciclos iterativos los mismos que están divididos en fases o etapas, este modelo se puede adaptar al contexto o necesidades de una empresa. Proceso Unificado de Rational (RUP) es considerado según (Báez & Suárez, 2013) el modelo de procesos de desarrollo más completo, documentado e implantado.

  El Figura 5 muestra como varía el énfasis o dedicación con el paso del tiempo en las diferentes etapas de este modelo.

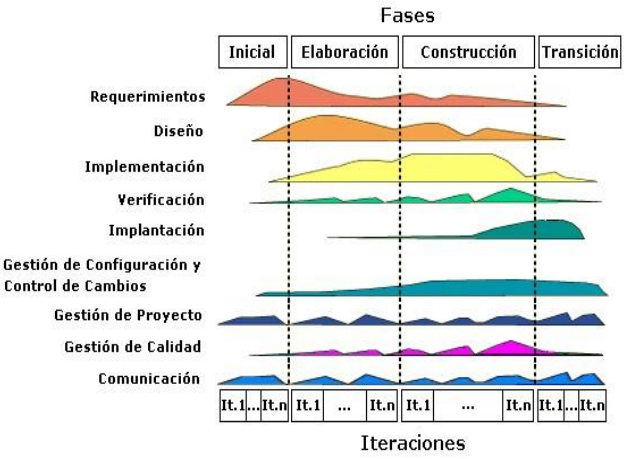

Figura 5. Fases del modelo RUP (Proceso Unificado de Rational)

Fuente: Ingeniería del Software. (Sommerville, 2005)

- **XP** (Carrillo, 2009)

  Denominado "La programación Extrema", es un modelo de procesos de software, entre sus fases se tiene:

Planificación: en esta fase se establecen las historias de usuarios, se llega a un acuerdo del contenido de la primera entrega basado en un cronograma establecido con el cliente, además se definen las iteraciones, rotaciones y reuniones.

Diseño: se realiza el diseño simple, soluciones en punto, prototipos en los cuales se requiere soluciones puntuales, la funcionalidad mínima y reciclaje.

Desarrollo con: rediseño, programación de parejas, pruebas unitarias e integración continua con todos los módulos del sistema.

Pruebas: la fortaleza de la esta metodología es el uso de test para comprobar el funcionamiento de los códigos.

En el Figura 6 se puede apreciar las diferentes fases.

Figura 6. Procesos de desarrollo de la programación extrema clásica

Fuente. (Carrillo, 2009)

2.5 Lenguaje unificado de modelado (UML)

Según (Booch, Jacobson, & Rumbaugh, 1999). "El Lenguaje de Modelado Unificado (UML) es la sucesión de una serie de métodos de análisis y diseño orientadas a objetos que aparecen a fines de los 80's y principios de los 90s. UML es llamado un lenguaje de modelado, no un método".

Hoy en día, el diseñador de software que intenta plasmar el diseño de un sistema tiene la oportunidad de elegir de entre una gran variedad de notaciones. Una de las herramientas que permite plasmar las ideas de un constructor de software es UML; este es un lenguaje que utiliza para especificar, visualizar, construir y

documentar los <<artefactos>> del software (desde las primeras fases de inicio de desarrollo del software hasta la implementación). UML simplemente ayuda a visualizar el diseño y hacerlo accesible a otros.

2.5.1 Tipos de diagramas

En el Figura 7 se presenta una clasificación de los diferentes diagramas según (Rumbaugh, Jaconson, & Booch, 2000):

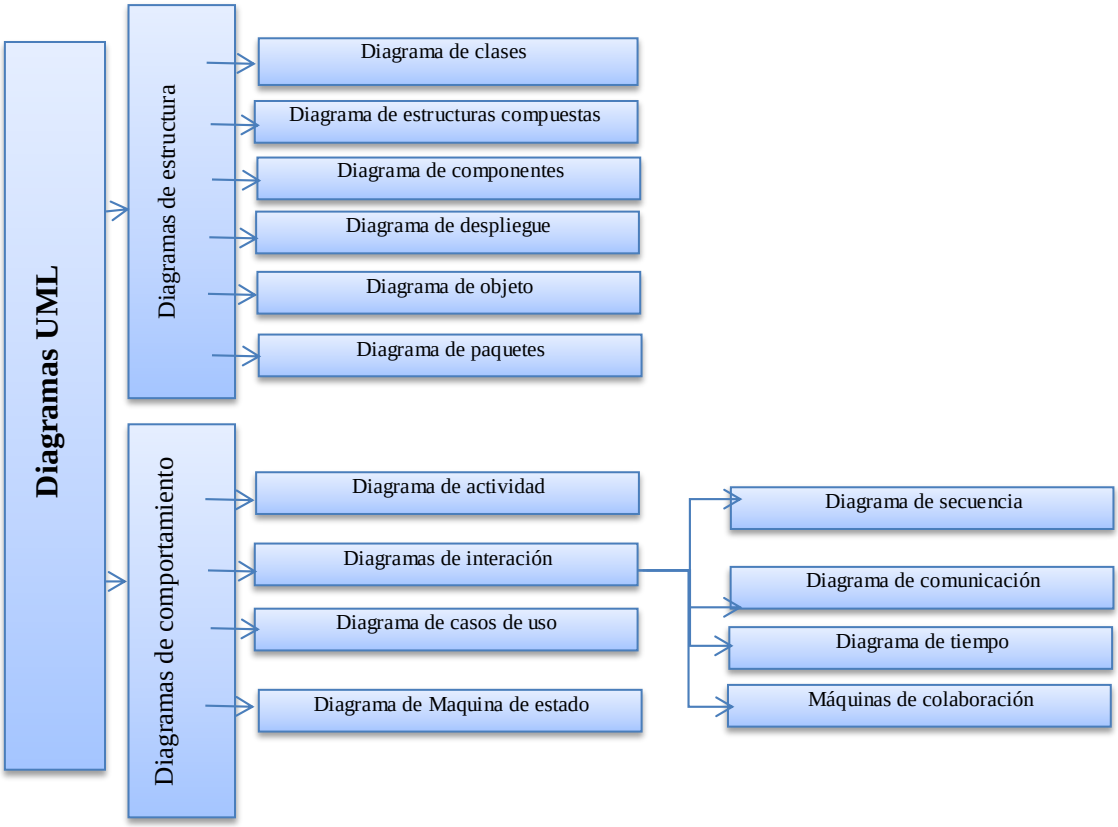

Figura 7. Clasificación de los diagramas en UML.

Fuente: Clasificación de los diagramas en UML. (Fowler, 1999)

a) Diagramas de Estructura

- **Diagrama de clases**

El diagrama de clases (Rumbaugh, Jaconson, & Booch, 2000) es el diagrama principal para el análisis y diseño; representan las clases del sistema con sus relaciones estructurales y de herencia. En el Figura 8 se muestra una representación de una clase con sus respectivos elementos (nombre de la clase, atributos y operaciones).

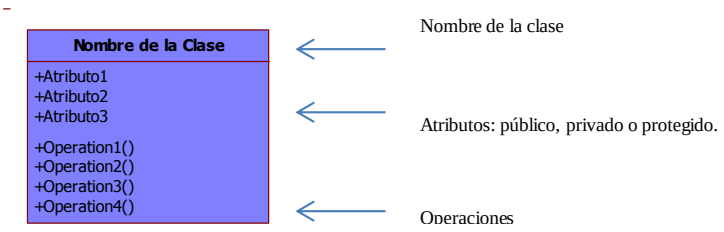

Figura 8. Definición de una clase

- **Diagrama de estructuras compuestas**

Para (Debrauwer & Van Der Heyde, 2013), este tipo de diagramas describen con precisión objetos compuestos, aquí los objetos se describen mediante un clasificador, mientras que los componentes se detallan mediante partes. Tanto el clasificador como las partes están asociados a una clase como se puede apreciar en la Figura 9.

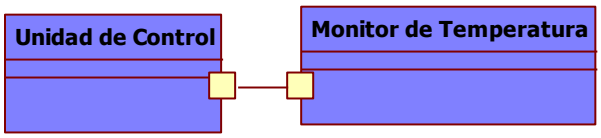

Figura 9. Diagrama de estructuras compuestas.

- **Diagrama de componentes**

Según (Debrauwer & Van Der Heyde, 2013) "Un componente es una unidad de software que ofrece una serie de servicios a través de una o varias interfaces. Se trata de una caja negra cuyo contenido queda fuera del interés de los clientes". Este tipo de diagramas describen los elementos físicos del sistema y sus relaciones.

Muestran las opciones de realización incluyendo código fuente, binario y ejecutable, en el Figura 10 se representa un componente.

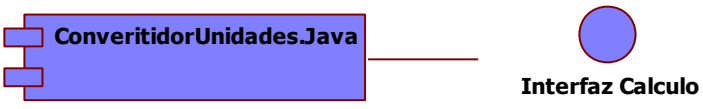

Figura 10. Componente de un diagrama de componentes

- **Diagrama de despliegue**

Se lo utiliza para modelar el hardware que se han utilizado en las implementaciones de sistemas y las relaciones entre los componentes, como se puede apreciar en la Figura 11.

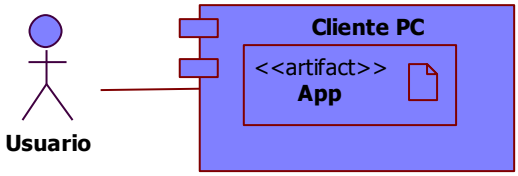

Figura 11. Diagrama de despliegue.

Fuente: (Debrauwer & Van Der Heyde, 2013)

- **Diagrama de objetos**

Un objeto es una instancia de la clase, dicho de otra manera, una entidad con valores específicos de sus atributos y operaciones; este tipo de diagramas muestra un conjunto de objetos y sus relaciones en un momento concreto. El Figura 9 se presenta un objeto para los diagramas de objetos (Deitel & Deitel, 2003).

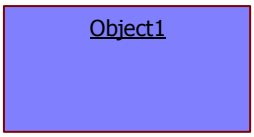

Figura 12. Representación de un objeto para los diagramas de objetos.

- **Diagrama de paquetes**

Son diagramas que permiten organizarlos elementos modelados con UML, facilitando el manejo de los modelos de un sistema complejo. En la Figura 13 se puede apreciar el uso de este tipo de diagramas, la interacción entre los paquetes de huésped, empleado y comprobante.

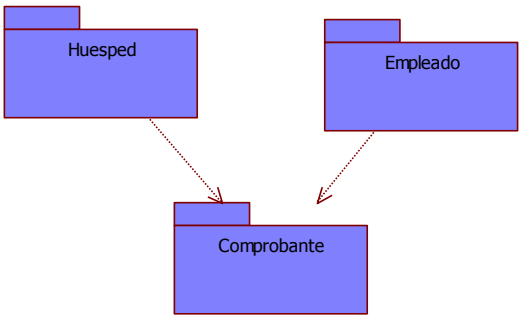

Figura 13. Diagrama de paquetes

b) Diagramas de comportamiento

- **Diagrama de actividades**

Los diagramas de actividades (Fowler, 1999) representan un proceso de negocio, similar a un flujo de trabajo, influenciado por una serie de tareas; los encargados de realizar estas acciones son los que interactúan con el sistema, los componentes de software entre otros.

En el Figura 14 se puede evidenciar el comportamiento interno de dos operaciones secuenciales que pueden ser parte de un caso de uso, bajo la forma de un desarrollo por etapas, agrupadas secuencialmente. Este tipo de diagramas se parecen mucho a los diagramas de flujo.

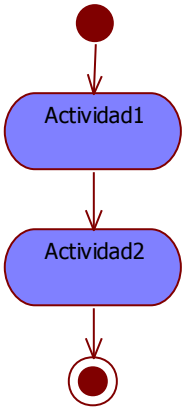

Figura 14. Diagrama de actividades

- **Diagrama de casos de uso**

El Figura 15 muestra un ejemplo de diagrama de casos de uso (Rumbaugh, Jaconson, & Booch, 2000), este tipo de diagramas constituyen la descripción de alguna actividad del sistema desde el punto de vista de un usuario; además permite plasmar la interacción con el sistema a desarrollarse mostrándose los requisitos funcionales.

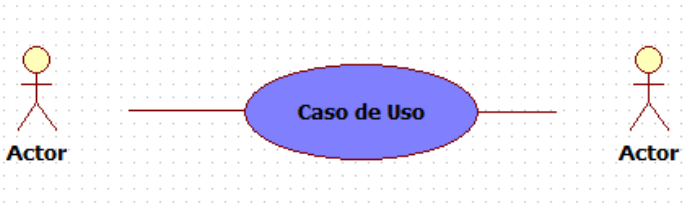

Figura 15. **Diagrama de casos de uso**

- **Diagrama de secuencia**

En el Figura 16 se exhibe un ejemplo de diagrama de secuencia (Deitel & Deitel, 2003). Estos diagramas permiten destacar la ordenación de los mensajes; además, muestra las interacciones entre objetos ordenados en secuencia temporal. Dentro de estos diagramas se pueden incorporar estructuras alternativas, repetición.

También se puede hacer referencia a otros diagramas; mientras más detallados se diseñen estos diagramas, el programador los podrá implementar fácilmente en la codificación.

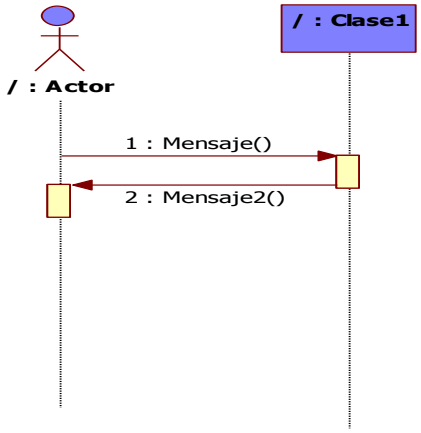

Figura 16. Diagrama de secuencia

- **Diagrama de comunicación**

En el Figura 17 se puede apreciar un ejemplo de este tipo de diagramas los mismos que ofrecen una visión de conjunto de relaciones entre los objetos, clases, secuencia y casos de uso, describiendo tanto la estructura estática como el comportamiento dinámico de un sistema

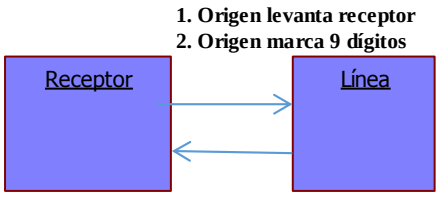

Figura 17. Diagrama de comunicación

- **Diagrama de tiempo**

A igual que los diagramas de actividades o de estados estos modelan el comportamiento de un sistema. Un ejemplo véase Figura 18.

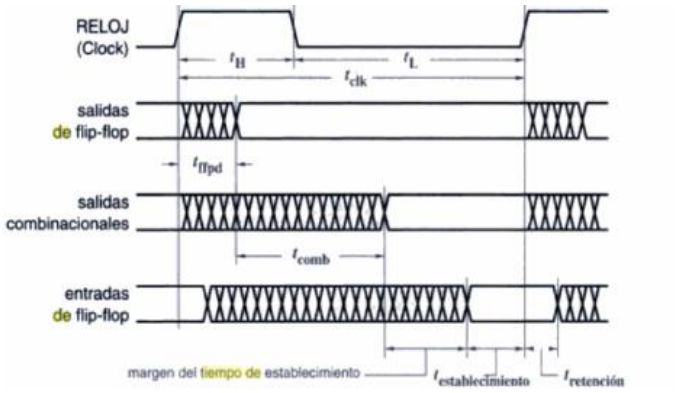

Figura 18. Diagrama de tiempo

Fuente: (Wakerly, 2001)

- **Diagrama de colaboraciones**

Los diagramas de colaboraciones (Rumbaugh, Jaconson, & Booch, 2000) destacan la organización estructural de los objetos que envían y reciben mensajes, estos diagramas permiten representar la forma en que los objetos colaboran entre sí, tal y como sucede en el diagrama de secuencias. En la Figura 19 se presenta un ejemplo de diagrama de colaboraciones:

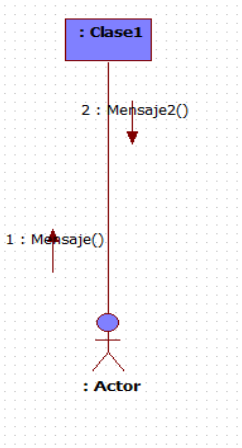

Figura 19. Diagrama de colaboración

- **Diagrama de estados**

Representan los diferentes estados (Teniente, Costal, & Sancho, 2004) o cambios en un sistema, es decir los diferentes objetos que lo componen pueden haber cambiado o modificaron su estado con respuesta a esos sucesos y al tiempo; En síntesis se puede decir que es necesario contar con diagramas de estados, ya que permiten a los analistas, diseñadores y programadores comprender el comportamiento de los objetos del sistema. La Figura 20 muestra un ejemplo de este tipo de diagramas.

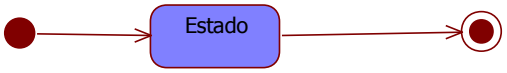

Figura 20. Diagrama de estados de un objeto

- **Diagrama de distribución** (Sommerville, 2005)

Son grafos unidos de nodos por conexiones de comunicación. Un nodo puede contener instancias de componentes software, objetos, procesos. A los elementos de hardware se les denomina de forma genérica nodos. En la Figura 21 se muestra un ejemplo de los diagramas de distribución.

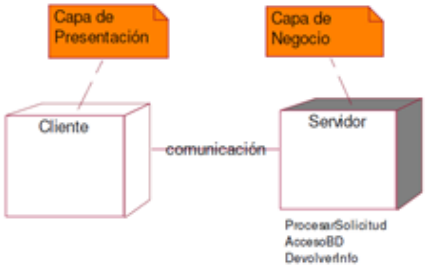

Figura 21. Diagrama de distribución.

2.6 La educación y la ingeniería de software

Según (Colom, Bernabeu, Domínguez, & Sarramona, 2008) el término "educación" tiene un doble origen etimológico, el cual puede ser entendido como complementario o antinómico, según la perspectiva que se adopte al respecto. Su procedencia latina se atribuye a los términos educere y educare. Como el verbo latino educere significa "conducir fuera de", "extraer de dentro hacia fuera", desde esta posición, la educación se entiende como el desarrollo de las potencialidades del sujeto basado en la capacidad que tiene para desarrollarse. Más que la reproducción social, este enfoque plantea la configuración de un sujeto individual y único. El término educare se identifica con los significados de "criar", "alimentar" y se vincula con las influencias educativas o acciones que desde el exterior se llevan a cabo para formar, criar, instruir o guiar al individuo".

Hoy por hoy la educación está tan difundida que en cualquier sociedad en el mundo los seres humanos se educan optando por educación presencial o virtual. En el caso del Ecuador según el Artículo 26 de la Constitución de la República la educación básica es un derecho y es obligatoria; existen otros niveles como la media y el superior, este último jugando un papel muy importante el desarrollo del país

cumpliendo con los objetivos del plan nacional del buen vivir (Semplades, 2013). En la Tabla 3 se encuentra desglosado los niveles de la educación en el Ecuador.

Tabla 3

Niveles de la educación regular en el Ecuador

NIVELES	CICLOS
Pre-primario	
Primario	
Medio	Básico
	Diversificado
	De Especialización
Superior	

Fuente: Ley de educación y reglamentos generales y especiales. (Hurtado, 1994)

2.6.1 Importancia de la educación

La educación es importante, permitiendo al ser humano ahondar sus conocimientos convirtiéndose en un ser comprometido con el desarrollo de las sociedades. Para poder lograrlo debe acudir a un establecimiento educativo que le otorgue todas las sapiencias necesarias.

Para hacer educación, se requiere de elementos como: **el docente y el estudiante,** el primero tiene la misión de transmitir todo el conocimiento de forma clara para que el estudiante **comprenda** y el segundo tiene que poner en práctica lo aprendido.

Una vida digna y libre se puede alcanzar sólo con la educación ya que esta promueve el bienestar y disminuye las desigualdades sociales, como nos dice **Epicteto** en una de sus frases: "Sólo las personas que han recibido educación son libres".

2.6.2 Proceso enseñanza aprendizaje

Para (Gago, 1987) "Un conjunto de las fases sucesivas del fenómeno en que ocurren como elementos el alumno, un contenido es decir lo que se va a aprender y la guía la cual no se considera indispensable, la didáctica moderna constituye un

proceso sistemático e intencionado que se inicia en el planteamiento de un propósito".

Se denomina a**prendizaje,** al cambio que se da, con cierta estabilidad, en una persona, con respecto a sus pautas de conducta. El que aprende algo, pasa de una situación a otra nueva, es decir, logra un **cambio en su conducta.**

Los **procesos** según (Beltrán & Bueno, 1995) constituyen los pasos sistemáticos que utiliza el docente para enseñar un determinado contenido, durante la **enseñanza** el docente utiliza varias técnicas como también estrategias y métodos las cuales ayudan al docente a manejar de una mejor manera la transmisión de conocimientos y a su vez controla el comportamiento de los estudiantes.

El proceso de **aprender** es el proceso complementario de enseñar. **Aprender** es el acto por el cual un alumno intenta captar y elaborar los contenidos expuestos por el profesor, o por cualquier otra fuente de información. Él lo alcanza a través de unos medios (técnicas de estudio o de trabajo intelectual). Este proceso de aprendizaje es realizado en función de unos objetivos, que pueden o no identificarse con los del profesor y se lleva a cabo dentro de un determinado contexto según (Beltrán & Bueno, 1995).

2.6.3 Interacción alumno–docente

Siempre se ha reconocido la vital importancia que, en el proceso de docencia, tiene el proceso de enseñanza–aprendizaje, sobre el cual, en la era de la información y el conocimiento, se han generado nuevos paradigmas, pasando del tradicional modelo centrado en el rol del profesor que enseña sus conocimientos a sus alumnos, relativamente pasivos, a un modelo centrado en el estudiante. Estos nuevos paradigmas han venido a transformar de fondo la forma en la que se "enseñan conocimientos", cobrando ahora una mayor importancia, junto a los conocimientos, la forma en la que se "aprende" y se "desarrollan" valores, habilidades y actitudes, las cuales dependen de complejas interacciones sociales.

Se dice que en el proceso de enseñanza-aprendizaje debe permitir la interacción alumno-docente según Figura 22 y este sólo es eficaz, si se da a través de la relación entre lo cognitivo y lo afectivo. Los sujetos que participan en el proceso

tienen necesidades, intereses y motivaciones que influyen en el vínculo profesor-alumno (Allideire, 2004).

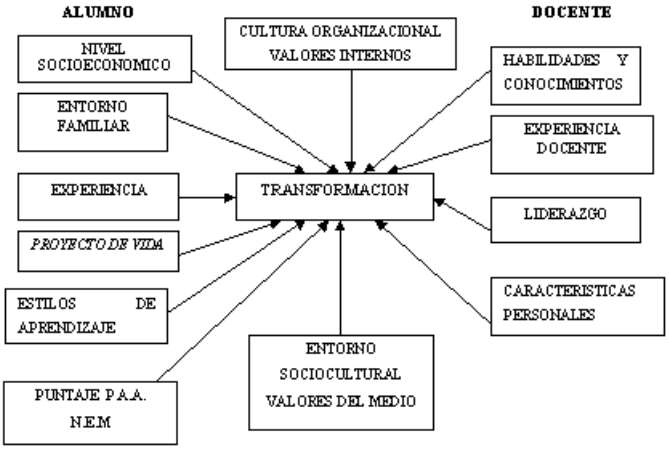

Figura 22. Interacción alumno-docente en el proceso enseñanza aprendizaje

Fuente: Calidad y productividad en la docencia de la educación superior. (Méndez & Alarcón, 2000)

En la Figura 22 se aprecia que los alumnos son sometidos a procesos de docencia como:

- Nivel socioeconómico.
- Puntaje de Ingreso en Proceso de Aptitud Académica (P.A.A.).
- Tipo de educación media (procedencia).

2.6.4 Modelado de procesos de enseñanza-aprendizaje (PEA)

La enseñanza y el aprendizaje forman parte de la dinámica del proceso docente-educativo (Figura 23) y tienen como fin la formación del estudiante; el proceso enseñanza-aprendizaje se la considera como el camino esencial para la enajenación de conocimientos, habilidades, normas de comportamiento y valores, legados por la humanidad y que se expresan en el contenido de enseñanza, en estrecho vínculo con el resto de las actividades docentes y extra docentes que realizan los estudiantes.

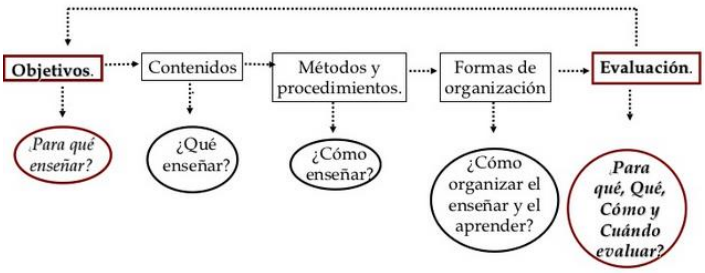

Figura 23. Dinámica del proceso docente-educativo

Fuente: El proceso enseñanza-aprendizaje (Reyes, 2012)

Entre los elementos a tomar en cuenta dentro del PEA:

- Las habilidades.
- Los conocimientos.
- Las acciones valorativas.

2.6.5 Educación y la ingeniería de software

Siempre se habla que la educación constituye un pilar fundamental en el desarrollo de los pueblos, constituyéndose en varios países como eje de formación de profesionales que requiere la matriz productiva; las grandes, medianas y pequeñas empresas requieren hoy por hoy de tecnología que les permita inmiscuirse en el mundo globalizado de la información, apoyándose en herramientas que les permita llevar un control de todos sus procesos; por lo tanto las carreras que ofertan profesionales en desarrollo de software deben estar preparadas para construir software de calidad orientados a contribuir al desarrollo de las sociedades.

Independientemente del área de conocimiento que ofrezcan las instituciones educativas a la sociedad, el software está presente en todas las asignaturas obligando a los docentes a utilizar herramientas para mejorar los procesos enseñanza aprendizaje en el aula.

2.7 Experimentación en la ingeniería de software (IS)

En la actualidad las tecnologías que se utilizan para el desarrollo de una aplicación software carecen de evidencias sobre su adecuación, límites, cualidades, costes y riesgos (Tuya, Ramos, & Dolado, 2007).

Un experimento modela en el laboratorio (es decir, en condiciones controladas) las principales características de una realidad (en nuestro caso el

desarrollo de software) lo que permite estudiarla y comprenderla mejor (Mon, Estayno, Serra, & Vinjoy, 2012). La fortaleza de la experimentación en laboratorio es que permite variar iterativamente aspectos de la realidad para estudiar el impacto que tienen tales manipulaciones. La experimentación en IS hará posible la comprensión e identificación de las variables que entran en juego en la construcción de software y las conexiones que existen entre ellas (Mon, Estayno, Serra, & Vinjoy, 2012).

La experimentación en Ingeniería de Software conlleva una investigación controlada en la cual se manipulan variables, las mismas que toman diferentes valores y la investigación pretende averiguar los efectos que producen.

A continuación se presenta la Figura 24 con las diferentes actividades secuenciales propuestas por (Gómez, Ucán, & Gómez, 2013) para el proceso de experimentación en la ingeniería en software.

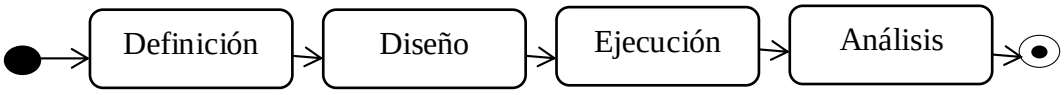

Figura 24. Actividades del proceso de experimentación en IS

Fuente: (Gómez, Ucán, & Gómez, 2013)

2.7.1 Réplicas de experimentos

En la medicina, es muy común realizar "familias de experimentos" para validar un nuevo tratamiento o fármaco (Basili, y otros, 1996). En la ingeniería es conveniente realizar experimentación en repetidas ocasiones para verificar los resultados existentes hasta el o para probar nuevas hipótesis. (Shull, y otros, 2003)

Cuando se repiten varios experimentos o lo llamado familias de experimentos para un proceso o procesos se está garantizando, que el estudio que se esté realizando sea más fiable; las familias de experimentos se da según (Basili V. R., 1999) por el número de variables que deben ser explorados en la ingeniería de software.

2.7.2 Tipos de replicación de experimentos

Dentro de un proceso experimental en la IS se encuentra la replicación, que consiste en repetir un experimento, dentro de las replicaciones se puede encontrar la siguiente clasificación según (Basili V. R., 1999)

Réplicas:

a) No varía la hipótesis de la investigación (Basili V. R., 1999).

- Que repiten el experimento original lo más cerca posible.
- Que alteran la forma en que se ejecutó el primer experimento.

b) Varía la hipótesis de la investigación (Basili V. R., 1999).

- Cambian las variables dependientes.
- Cambian las variables independientes.
- Que modifican las variables de contexto.

c) Que cambian la teoría (Basili V. R., 1999).

d) Otras Réplicas:

- Cuando el investigador repite el experimento y requiere la participación de otros investigadores se llaman replicaciones externas, si solo lo realiza un grupo investigador se le denomina internas.

- Hay replicaciones de acuerdo al tipo de contacto o intercambio de material con los replicadores originales, en este caso solo se intercambia hipótesis que se desea verificar llamadas dependientes o independientes.

- Operacional (Gómez, Juristo, & Vegas, 2014) este tipo se lo utiliza cuando se incluye elementos del protocolo como: traducción de documentos, producción de software, o elementos propios de la operativa del experimento.

2.7.3 Experimentación docente

Antes de hablar de experimentación docente es recomendable definir ¿qué es el aula?, los estudiantes son piezas claves dentro de una experimentación docente, y como el proceso enseñanza aprendizaje entre docentes y estudiantes se desarrolla en este ambiente. Según el diccionario de la lengua española: “Sala donde se dan clases en los centros docentes”.

Los estudiantes son los que proporcionan de forma directa la información cuando el docente requiere recopilar datos en una experimentación docente. “Por ello, los resultados de estudios en entornos académicos tienen una gran importancia y permiten obtener conclusiones significativas de cara a su realización posterior en

entornos industriales. Bajo ciertas circunstancias, las diferencias entre los alumnos y los profesionales son pequeñas y las tareas requeridas en ciertos experimentos no requieren experiencia industrial, por ello se puede considerar la experimentación con alumnos como viable" (García, y otros, 2004).

Se han realizado varias experimentaciones dentro las diferentes carreras a nivel mundial realizando estudios empíricos, los mismos que han constituido aportes científicos, dando buenos beneficios pedagógicos. En carreras en software donde se imparten las asignaturas de ingeniería en software se han realizado varias experimentaciones en las diferentes etapas de ciclos de vida del software.

Los involucrados en las experimentaciones dentro del aula son: e**l investigador, el docente, los alumnos y la empresa.**

- **El investigador(es)** persona(as) que planifica y lleva acabo el experimiento.
- **El docente** es el responsable de la asignatura, él cual se realizará la experimentación en el aula, además es la persona encargada de proporcionar a los estudiantes los conocimientos y las habilidades necesarias que se realaciona con el objeto de experimentación.
- **Los alumnos o estudiantes** son los entes a los cuales se los utiliza para realizar el experimento. Ellos se capacitan con los conocimientos y habilidades necesarias del objeto de estudio.
- **La empresa** es el organismo público o privado que se beneficiarían de los resultados obtenidos por parte de la experimentación.

2.7.4 Quienes se benefician de un proceso de experimentación docente

En la Tabla 4 se presentan los beneficios de los involucrados en una experimentación dentro de un aula según (García, y otros, 2004)

Tabla 4

Beneficiarios y beneficios en una experimentación.

Beneficiario	Beneficios
Docente	• Nuevo modo de formar a los alumnos respecto de la enseñanza tradicional.

CONTINÚA

	• Fomento de la participación en grupo de los alumnos en determinados estudios empíricos. • Mejora de la comunicación con los alumnos. • Nuevas formas de evaluación de los alumnos en situaciones en las que no tienen el estrés típico de un examen formal. • Introducir la ingeniería del software empírica como parte de la enseñaza en la ingeniería del software.
Investigador	• Evidencia preliminar para aceptar o rechazar hipótesis. • Demostrar a las empresas software la relevancia de la investigación y la utilidad de llevar a cabo estudios empíricos en las propias empresas. • Prever los recursos necesarios para realizar experimentos en entornos industriales y preparar el material necesario del experimento para realizarlo en la industria. • Formación de investigadores noveles en el desarrollo de estudios empíricos.
Alumno	• Formación en materias complementarias a la formación de grado. • Conciencia de nuevos problemas a resolver en el software en general y en las industrias en particular. • Mejor autoevaluación de cuál es su nivel en determinados temas de ingeniería del software que en las clases tradiciones más centradas en los aspecto teóricos. • Preparación para su futuro profesional en el que en muchas ocasiones serán sometidos a cuestionarios, informes, encuestas, etc.

Fuente: (García, y otros, 2004)

2.8 Herramienta estadística R

El paquete estadístico R (Ihaka & Gentleman, 1996) es un entorno informático estadístico que incluye herramientas de análisis de datos y generación de

gráficas. La primera versión de R fue desarrollado en la Universidad de Auckand por Ross Ihaka y Robert Gentleman.

2.8.1 Características de R

- R proporciona un amplio abanico de herramientas estadísticas (modelos lineales y no lineales, test estadísticos, análisis de series temporales, algoritmos de clasificación y agrupamiento, etc.) y gráficas.
- Además, R puede integrarse con distintas bases de datos así como existen bibliotecas que facilitan su utilización desde lenguajes de programación interpretados como Perl y Python.
- Es un generador de figuras potentes que permite realizar desde las gráficas más simples hasta definir gráficas más complejas.
- La interfaz permite al usuario que ingrese instrucciones o comandos para poder hacer uso de las potencialidades de R.

2.9 Aplicación rApache

rApache es una aplicación que permite administrar un servidor Apache, considerada como aplicación de código abierto, desarrollada con Python + GTK (GIMP Toolkit), posee una interfaz simple que organiza las funcionalidades en pestañas, de esta forma es muy sencillo crear un host virtual, habilitar/deshabilitar módulos y revisar rápidamente los archivos logs.

2.9.1 Características de rApache

- Permite administrar virtual host.
- Administra módulos.
- Edita archivos de configuración.
- Inicia y detiene el servidor.

2.10 Conclusión del capítulo

El propósito de este capítulo fue apoyar la fundamentación teórica del estudio, se procedió a una profunda revisión de diversos trabajos de investigación, dentro del ccontexto de la ingeniería de software, UML, replicación experimental, herramienta R y educación.

Los conceptos básicos descritos constituyen ejes básicos de la presente investigación especialmente los que hace referencia a la experimentación en la Ingeniería de software permitiendo comprender de manera eficaz el problema que se está tratando facilitando la comprensión y la resolución del mismo.

CAPÍTULO III

DESARROLLO DE LA APLICACIÓN WEB “Analice”

3.1 Introducción

La principal finalidad de la aplicación web a implementar, consiste en elaborar una aplicación que permita facilitar el análisis de datos para medir la facilidad de comprensión en diagramas de interacción secuencia y colaboración del Lenguaje de Modelado Unificado (UML).

El objetivo de esta aplicación web “Analice” es permitir el análisis de datos para medir la facilidad de comprensión en los diagramas de interacción de UML, para lo cual se debe permitir subir archivos con extensiones csv o de texto, para poder: visualizar los datos, graficarlos y realizar un análisis de la varianza ANOVA; además, obtener una evaluación de normalidad y homocedasticidad de datos.

3.2 Sitio web

Una aplicación web es un compendio de páginas web relativos a un contenido o tema específico, la presente aplicación tiene como finalidad presentar un conjunto de páginas web que permitan al usuario encontrar información de: R, UML y el análisis de datos para lo cual se pueda: cargar archivos con formato csv o texto para realizar el análisis de datos con ANOVA (análisis de la varianza) así como permitir la representación de datos a través de Figuras de caja.

En la sección 3.3 se presenta las diferentes fases para el modelo en cascada escogido para desarrollar la aplicación web.

3.3 Modelo en cascada

El presente modelo es conocido como clásico o tradicional. Dicho modelo es considerado como el enfoque clásico para el ciclo de vida del desarrollo de sistemas. En el Figura 25 se muestra las diferentes actividades (fases) de este modelo como análisis de requerimientos, diseño, implementación, pruebas y mantenimiento:

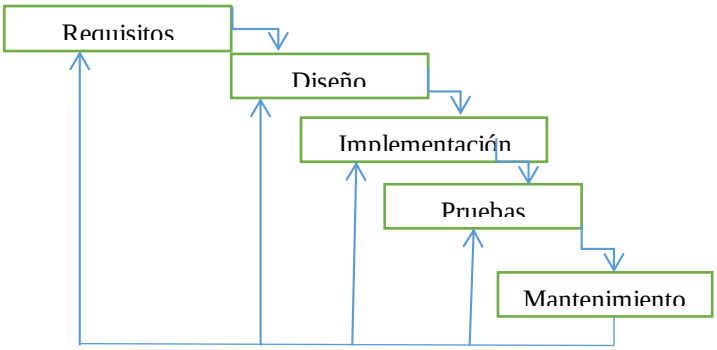

Figura 25. Fases del modelo cascada

Fuente: métodos de desarrollo de software. (Blé, 2010)

- El *análisis de requerimientos* reúne las necesidades del producto y casi siempre su salida es texto.
- El *diseño* describe la estructura interna del producto y suele representarse con diagramas y texto.
- La *implementación* significa programación. Producto de esta etapa es el código en cualquier nivel, incluido el producido por sistemas de generación automática.
- *Las pruebas y el mantenim*iento son procesos que permiten realizar las pruebas en la aplicación y realizar un mantenimiento a la aplicación constantemente.

3.4 Metodología de desarrollo software MDS 360º

El desarrollo de una aplicación web requiere de una metodología que constituya la guía en cada uno de las etapas de un modelo de desarrollo software. Para desarrollar la aplicación web se considerará la metodología de desarrollo de software MDS 360º (Arguello, 2007), la misma que permite elaborar una aplicación software desde un enfoque práctico y global.

3.4.1 Requisitos

En esta primera etapa se enfocará en la colección de requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación web.

a. Análisis de requerimientos

- **Introducción**

La aplicación web a construirse recopilará toda la información necesaria, la misma que permitirá analizar y entender de forma más óptima los requerimientos funcionales que se requieren para desarrollar la aplicación software.

- **Propósito**

La presente fase tiene como propósito definir las especificaciones funcionales y no funcionales, de la aplicación web "Analice". Dicha aplicación permitirá el análisis de datos para archivos con extensión csv o de texto con información obtenida por parte del investigador.

- **Alcance**

La aplicación web "Analice" tiene como alcance: mostrar información de R (conceptos, enlaces de descarga de la herramienta), UML (introducción,tipos de diagramas) y permitir el análisis de datos tanto para archivos con extensión csv así como archivos de texto.

b. Entrevista

La recolección de datos se realizó aplicando una entrevista tanto al director de la tesis como a la docente que imparte la asignatura de estadística, el objetivo de aplicar dicha técnica fue recopilar información sobre los requerimientos iniciales para desarrollar la aplicación web que permita apoyar el análisis de datos para medir facilidad de comprensión de los diagramas de UML (secuencia y colaboración).

La Tabla 5 se describe los elementos que él (tutor) requiere que estén presentes en la aplicación. El objetivo de la entrevista realizada a la docente de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo(ESPOCH) fue recopilar información importante sobre los requerimientos referentes a la interfaz, la presentación de los datos y establecer la gráfica de datos.

Interrogantes al tutor:

1. ¿Qué debería permitir la aplicación, con relación a los archivos?
2. ¿La aplicación debe permitir graficar datos?
3. ¿La aplicación debe graficar los datos?

4. ¿La aplicación debe mostrar información de R y UML?

Tabla 5

Interrogantes y respuestas

Interrogantes	Respuestas
1. ¿Qué debería permitir la aplicación, con relación a los archivos?	Que la aplicación permita cargar archivos con extensión csv, los cuales son creados con la herramienta en Excel.
2. La aplicación debe permitir visualizar los datos.	Sí, ya que se requiere visualizar todos los datos de los archivos cargados.
3. La aplicación debe permitir graficar datos.	¡Claro!. Visualizar los datos en 2 columnas para luego graficarlos a través de cajas.
4. ¿La aplicación debe mostrar información de R y UML?	Sí, debe presentar en forma resumida el contenido de la herramienta estadística R y UML con ejemplos de algunos diagramas.

En la Tabla 6 se muestran las interrogantes y respuesta realizadas a la especialista en estadística de la ESPOCH.

1. Emitir la opinión. Si la aplicación debe o no presentar un menú principal.
2. ¿Cuáles son las características más relevantes en el menú principal?
3. Se debe incorporar información de la herramienta R y UML.

Tabla 6

Preguntas y respuestas a la docente.

Interrogantes	Respuestas
1. Emitir la opinión. Si la aplicación debe o no presentar un menú principal.	La docente comentó que debe existir un menú, y a través de éste permitir la navegación fácil entre una aplicación.

CONTINÚA

2. ¿Cuáles son las características más relevantes en el menú principal?	El menú debe permitir seleccionar las diferentes opciones: R, UML y Facilidad de comprensión.
3. Se debe incorporar información extensa de la Herramienta R y UML.	No. Se sugiere realizar un resumen de los elementos principales de R y UML.

c. Lista de funcionalidades

A continuación se describen las diferentes funcionalidades de la aplicación web "Analice".

- Requerimiento 1. El sistema permitirá mostrar información de la herramienta R estadística como: interfaz, descargar, ejemplos.
- Requerimiento 2. La aplicación web mostrará información sobre UML con elementos de: conceptos de UML, historia, tipos de diagramas y ejemplos de diagramas.
- Requerimiento 3. La aplicación permitirá generar números aleatorios como ejemplo de la interacción de la aplicación web con el módulo rApache y el servidor.
- Requerimiento 4. La aplicación web permitirá unir de dos listas (arreglos de igual dimensión).
- Requerimiento 5. La aplicación web permitirá cargar un archivo con extensión csv.
- Requerimiento 6. La aplicación web permitirá cargar un archivo con extensión txt.
- Requerimiento 7. La aplicación web permitirá mostrar los datos de un archivo CSV en forma de columna.
- Requerimiento 8. El sistema permitirá mostrar los datos de un archivo con extensión txt en forma de columnas.
- Requerimiento 9. La aplicación web generará una gráfica forma de cajas con los datos de un archivo con extensión csv.
- Requerimiento 10. La aplicación web generará gráficas (cajas) con los datos de un archivo con extensión txt.

- Requerimiento 11. La aplicación web permitirá realizar un análisis descriptivo de datos.
- Requerimiento 12. La aplicación web permitirá realizar el análisis de la varianza (ANOVA).
- Requerimiento 13. La aplicación web permitirá evaluar la normalidad y homocedasticidad de datos.

d. Casos de uso

A continuación se describen los diferentes casos de usos a implementarse en la aplicación Web “Analice”.

La Figura 25 se presenta el diagrama de casos de uso, en el que el cliente puede generar números aleatorios, así como unir dos listas, cargar archivos csv y txt, los mismos que interactúan con el módulo R a través de rApache.

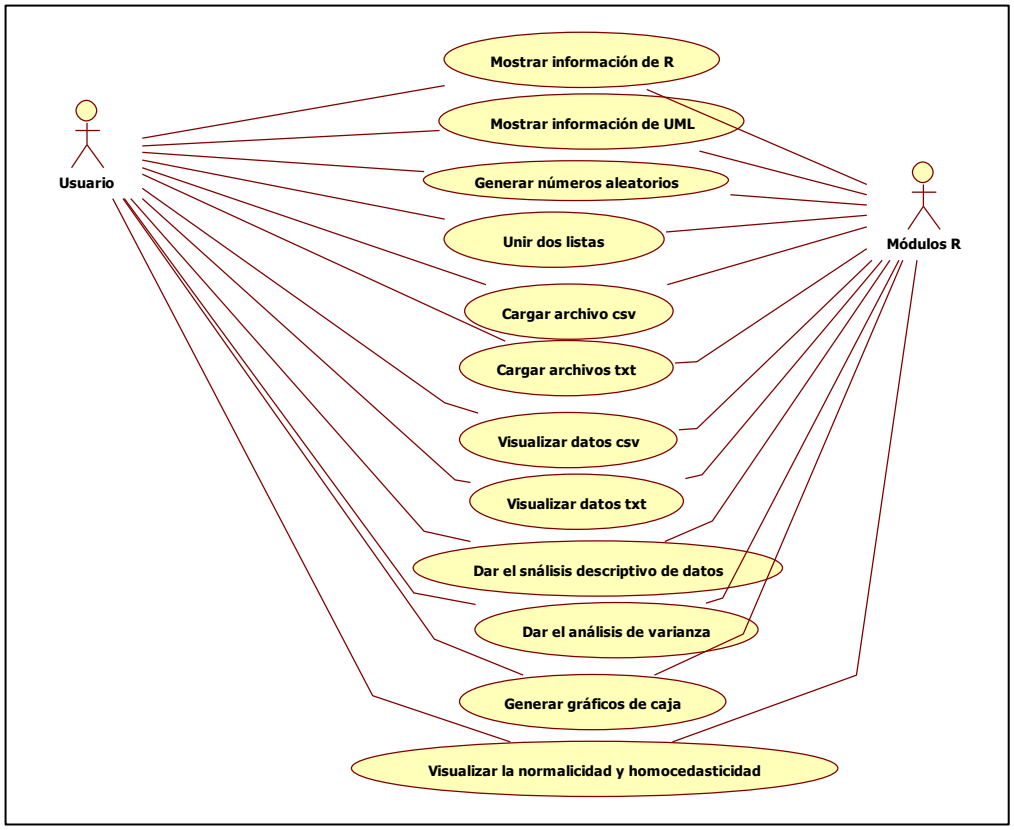

Figura 26. Diagrama de casos de uso: usuario-aplicación

En la Figura 26 se puede apreciar casos de uso para visualizar y generar gráficas de un conjunto de datos con extensiones (csv o txt).

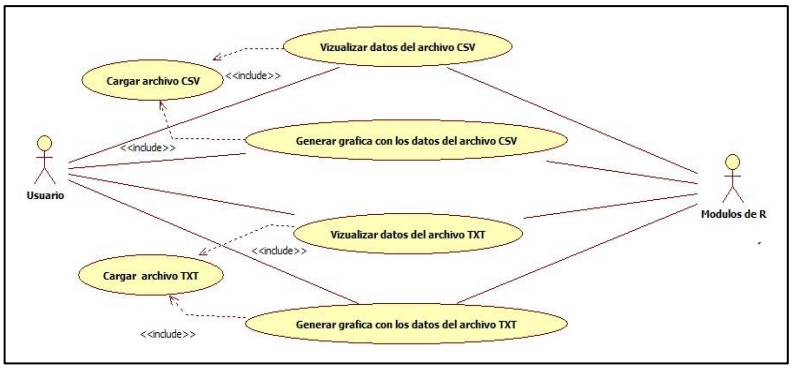

Figura 27. Casos de uso para cargar archivos csv o txt.

En la Figura 27 se aprecia los casos de uso de: información de R y de UML, los mismos que interactúan con el usuario.

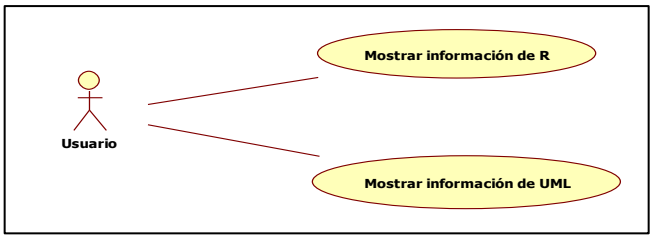

Figura 28. Casos de usos para información de R y de UML

- **Descripción de los casos de uso funcionales**

Los requerimientos funcionales en un sistema permiten describir lo que el sistema debe hacer, para ello se emplea un esquema estándar en forma de tablas con los siguientes elementos:

- Identificador del requerimiento
- Nombre del requerimiento
- Característica
- Descripción del requerimiento
- Entrada
- Salida
- Prioridad del requisito.

En las Tablas de la 7 a la 19 se realiza una descripción detallada de los casos de usos anteriormente escritos en la sección casos de uso (3.4.1 literal c).

Tabla 7

Información de R

Identificador del requisito:	**RF01**
Nombre del requisito:	Información de R.
Característica	La aplicación web debe mostrar información acerca de la herramienta R.
Descripción del requerimiento:	La aplicación web contendrá una sección con todo lo referente a R como: interfaz, descargas y ejemplos.
Entrada	Ninguna.
Salida	Información de R
Prioridad del requisito: Alta.	

Tabla 8

Información de UML

Identificador del requisito :	**RF02**
Nombre del requisito:	Información de UML.
Característica	La aplicación web debe mostrar información sobre UML.
Descripción del requisito:	La aplicación web contendrá una sección con todo lo referente a UML como: conceptos, historia, tipos de diagramas y ejemplos.
Entrada	Ninguna.
Salida	Información de UML.
Prioridad del requisito: Alta.	

Tabla 9

Generar números aleatorios

Identificador del requisito:	**RF03**
Nombre del requisito:	Generar números aleatorios.
Característica	La aplicación web debe generar números aleatorios.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la generación y visualización de números aleatorios.
Entrada	Cantidad de números aleatorios a generar.
Salida	Conjunto de números aleatorios generados.
Prioridad del requisito: Medio.	

Tabla 10

Unir dos listas

Identificador del requisito:	**RF04**
Nombre del requisito:	Unir dos listas
Característica	La aplicación debe permitir la unión de dos listas
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la unión de dos listas y la visualización de la unión de ambas.
Entrada	Dos conjuntos (listas) de elementos.
Salida	Lista resultante de la unión de las dos listas.
Prioridad del requisito: Medio.	

Tabla 11

Cargar archivo con extensión csv.

Identificador del requisito:	**RF05**
Nombre del requisito:	Cargar archivo con extensión csv.
Característica	La aplicación debe permitir cargar un archivo con extensión csv.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la carga de un archivo cuya extensión sea csv para su posterior procesamiento.
Entrada	Archivo con extensión csv a seleccionarse para realizar la carga.
Salida	Ninguna.
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 12

Cargar archivo texto

Identificador del requisito:	**RF06**
Nombre del requisito:	Cargar archivo con extensión txt.
Característica	La aplicación debe permitir cargar un archivo con extensión txt.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la carga de un archivo txt para su posterior procesamiento.
Entrada	Archivo txt a seleccionarse para realizar la carga.
Salida	Ninguna.
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 13

Visualizar datos del archivo csv.

Identificador del requisito:	**RF07**
Nombre del requisito:	Visualizar datos del archivo csv.
Característica	La aplicación debe permitir la visualización de los datos almacenados en un archivo con extensión csv.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la carga de un archivo csv para su posterior procesamiento.
Entrada	Archivo csv a seleccionarse para realizar la carga
Salida	Visualización de los datos del archivo csv.
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 14

Visualizar datos del de un archivo tipo texto.

Identificador del requisito:	**RF08**
Nombre del requisito:	Visualizar datos del archivo txt.
Característica	La aplicación debe permitir la visualización de los datos almacenados en un archivo con extensión txt.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la carga de un archivo con extensión txt para su posterior procesamiento.
Entrada	Archivo con extensión txt a seleccionarse para realizar la carga.
Salida	Visualización de los datos del archivo con extensión txt en columnas.
Prioridad del requisito: Alto. Alto	

Tabla 15

Generar gráfica con los datos del archivo con extensión csv.

Identificador del requisito:	**RF09**
Nombre del requisito:	Generar gráfica con los datos del archivo con extensión csv.
Característica	La aplicación debe permitir la creación y visualización de una gráfica estadística a partir de los datos almacenados en un archivo con extensión csv
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la carga de un archivo con extensión para su posterior procesamiento
Entrada	Archivo con extensión a seleccionarse para realizar la carga
Salida	Visualización de una gráfica estadística a partir de los datos del archivo con extensión csv.
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 16

Generar gráfica con los datos del archivo con extensión texto.

Identificador del requisito:	**RF10**
Nombre del requisito:	Generar gráfica con los datos del archivo con extensión txt.
Característica	La aplicación debe permitir la creación y visualización de una gráfica estadística (cajas) a partir de los datos almacenados un archivo con extensión txt.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la carga de un archivo con extensión txt para su posterior procesamiento
Entrada	Archivo con extensión a seleccionarse para realizar la carga
Salida	Visualización de una gráfica estadística a partir de los datos del archivo.
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 17

Análisis descriptivo de datos.

identificador del requisito:	**RF11**
Nombre del requisito:	La aplicación web permitirá realizar un análisis descriptivo de datos.
Característica:	Análisis descriptivo de datos.
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá realizar un análisis descriptivo de datos.
Entrada	Archivo con datos.
Salida	Análisis descriptivo de datos.
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 18

Análisis de la varianza.

Identificador del requisito:	**RF12**
Nombre del requisito:	Permitir realizar el análisis de la varianza (ANOVA).
Característica	Permitir visualizar los datos con el estadístico ANOVA
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá realizar un análisis descriptivo de datos
Entrada	Archivo con datos
Salida	Estadístico ANOVA
Prioridad del requisito: Alto.	

Tabla 19

Normalidad y homocedasticidad de datos.

Identificador del requisito:	**RF13**
Nombre del requisito:	Visualizar la normalidad y homocedasticidad de datos.
Característica	Permitir visualizar la distribuciones de valores
Descripción del requisito:	La aplicación web permitirá la normalidad y homocedasticidad de datos.
Entrada	Archivo de datos
Salida	normalidad y homocedasticidad de datos.
Prioridad del requisito: Alto.	

- **Requerimientos no funcionales**

- **Usabilidad**

  El sistema debe ser fácil de usar.

- **Fiabilidad**

  El sistema debe poseer una interfaz sencilla. La interfaz debe ajustarse a lo sugiere el usuario.

- **Portabilidad**

  El sistema debe brindar comodidad al usuario.

- **Disponibilidad**

  El sistema estará disponible las 24 horas.

- **Desempeño**

  El sistema no presentará problemas para su manejo

3.4.2 Diseño de la Aplicación

En esta etapa se definirá la solución de la aplicación web utilizando los requerimientos de la etapa de análisis de la sección 3.4.1.

a. Diagramas de Secuencia

La Figura 29 presenta la interacción entre el usuario y la GUI (Interfaz gráfica de usuario) de la aplicación web y la opción R.

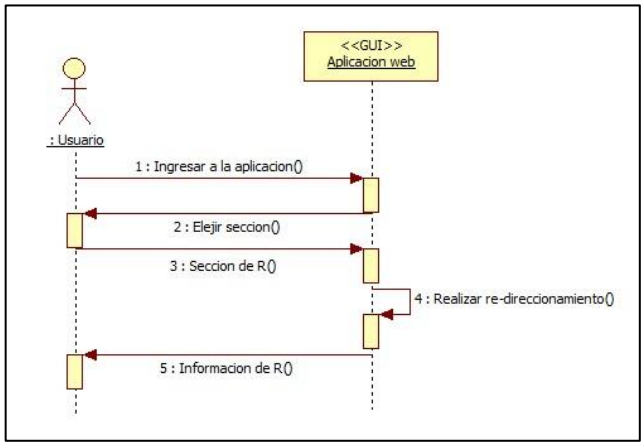

Figura 29. Diagrama de secuencia de la interacción usuario y la aplicación

La Figura 30 representa la relación entre el usuario y la aplicación web, en la cual se puede acceder a la opción UML.

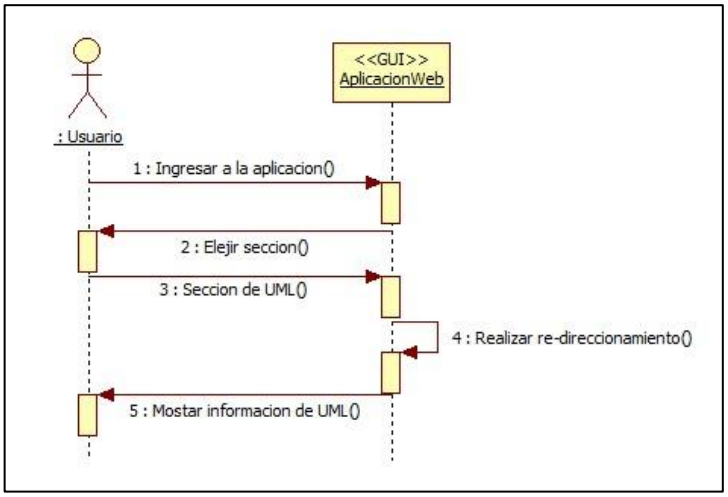

Figura 30. Mostrar información de UML.

En la Figura 31 muestra el diagrama de secuencia para unir 2 listas, para lo cual se solicita al usuario que ingrese el número de elementos para las listas; la aplicación web a través de interacción con R apache y R genera listas con números aleatorios, para luego presentarlos al usuario.

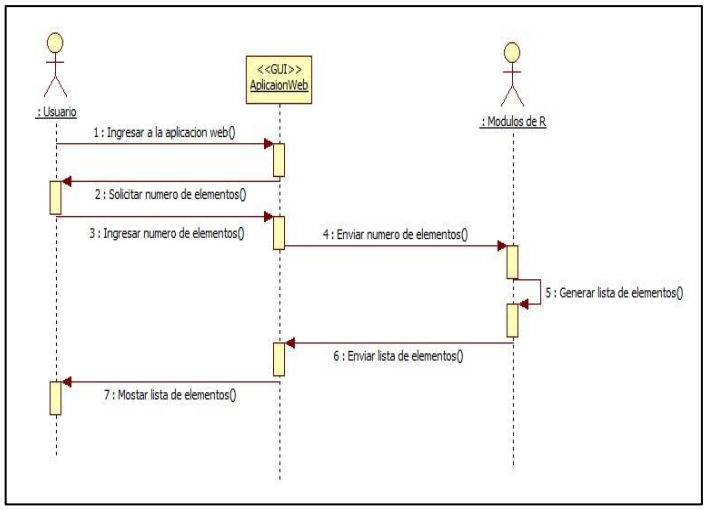

Figura 31. Unir 2 listas.

b. Definición de la arquitectura

La aplicación web "Analice" está organizada como se muestra en la Figura 32 donde:

1. rApache es un módulo para el server (servidor) web apache que permite incluir scripts R en una página web.
2. Para conectarse al servidor se los realiza a través del apache hyperText transfer protocol (HTTP) a R.

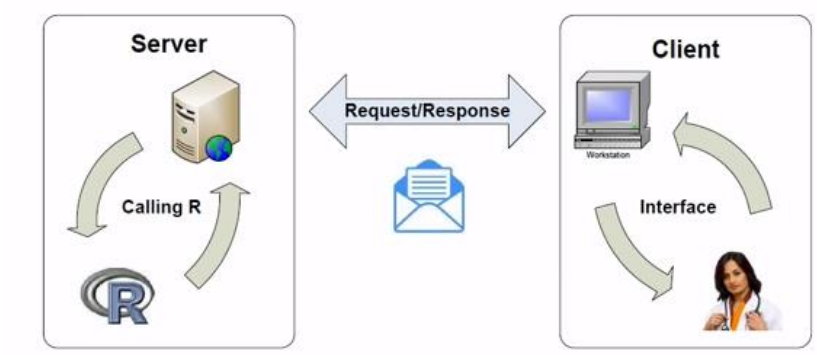

Figura 32. Organización de la aplicación web

Fuente: Jeroen Ooms (Ohri, 2014)

A continuación se muestra el Figura 32 de la estructura de la aplicación web en 2 capas cliente servidor:

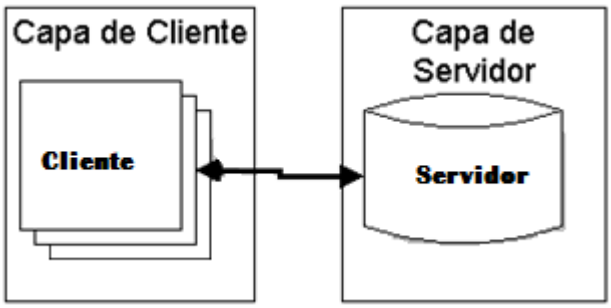

Figura 33. Representación de la aplicación : cliente/servidor

Fuente: (Xhafa & Cabellé, 2007)

c. Definición de la plataforma

El sistema web propuesto está desarrollado con herramientas que son software libre; R y JavaScript para la programación, como servidor web: Apache y para implementación de la interfaz de usuario el lenguaje HTML.

Las herramientas utilizadas en el sistema permiten el acceso a la web, permitiendo a los usuarios del sistema puedan acceder desde internet a módulos determinados del sistema. En cuanto al hardware se tiene:

- Procesador intel core I5
- Intel Quad Core 2.4 GhZ
- 4Gb ram
- 640 Gb
- Hp led
- Cámara web
- Wifi de alta velocidad.

3.4.3 Implementación

Esta etapa permite integrar toda la aplicación web "Analice", la cual ha sido desarrollada de una forma correcta cumpliendo con todos los requerimientos mencionados en la sección 3.4.1

a. Flujo de datos para el análisis de datos

En el Figura 34 se presenta el proceso que sigue la aplicación con la carga de archivo sea este de tipo csv o txt luego la conexión con R para ejecutar un script y por último la generación de resultados de forma gráfica.

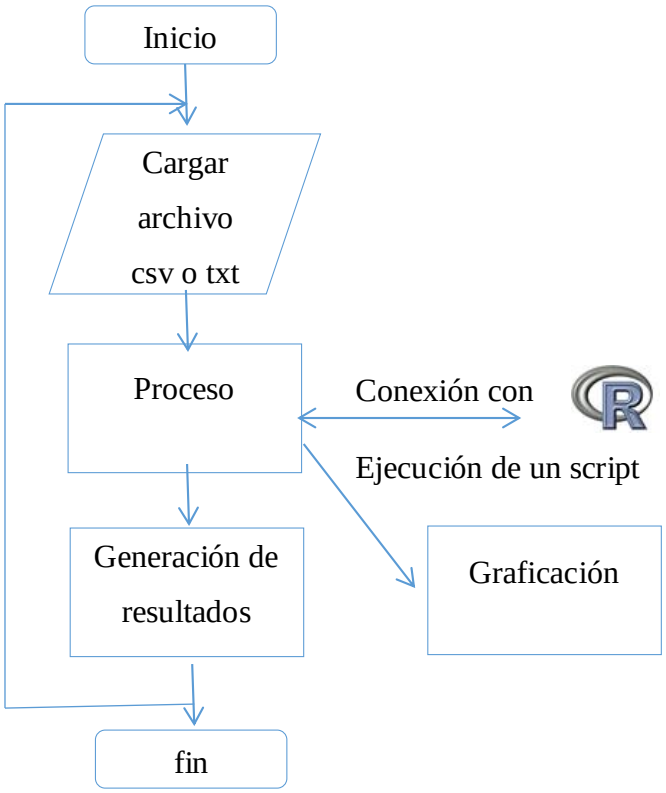

Figura 34. Flujo de datos para el análisis de datos

b. Diseño de interfaz de usuario

La interfaz gráfica es el único canal de comunicación entre el usuario final y la aplicación, de ahí que sea importante su sencillez e intuitiva a la hora de su utilización.

A continuación, se presenta la interfaz gráfica para la aplicación web "Analice", con: información de R, información de UML y el análisis de datos para la facilidad de compresión.

- **Pantalla inicial**

El Figura 35 se presenta la pantalla inicial de "Analice" con las opciones: R, UML y Facilidad de comprensión, cumpliendo con los requerimientos presentados en la sección 3.4.1.

Figura 35. Pantalla inicial

- **Pantalla de Opciones de R**

  Cuando el usuario selecciona las diferentes opciones del menú de R se le presenta un submenú con opciones de: introducción, descargas, interfaz e inicio (regresar a la pantalla inicial), en el Figura 36 se presenta la opción interfaz de R.

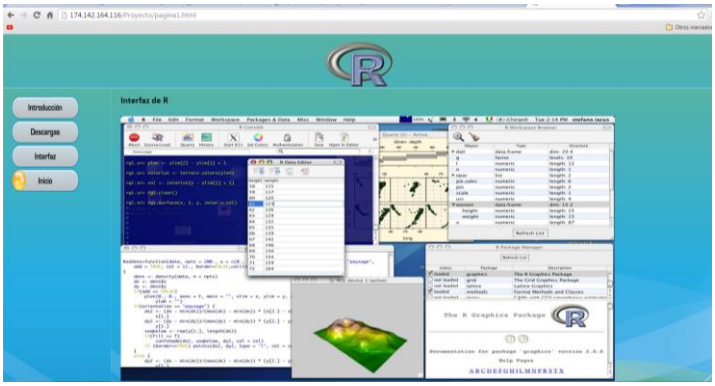

Figura 36. Pantalla de información R.

- **Pantalla de Opciones de UML**

El Figura 37 muestra un ejemplo de una pantalla de la opción UML. Con las opciones: introducción a UML describiendo un concepto general del lenguaje, historia, tipos de diagramas que ofrece este lenguaje, ejemplos de los diagramas e inicio para regresar al menú principal.

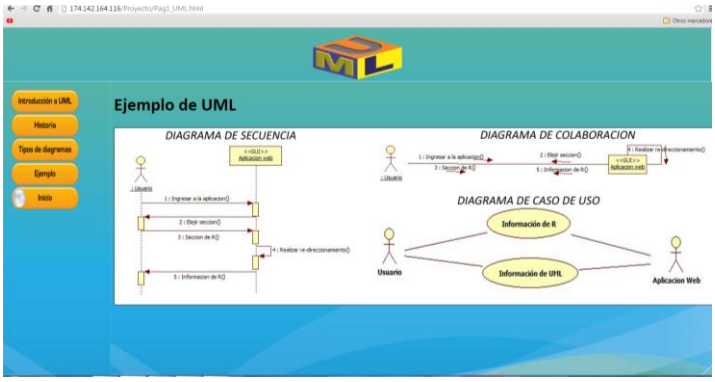

Figura 37. Pantalla de información de UML.

- **Pantalla de Opciones de Facilidad de Comprensión**

Dentro del menú principal se encuentra la facilidad de comprensión la misma que permite subir un archivo de extensión csv o txt para visualizar los datos y sus columnas. En la Figura 38 se puede apreciar lo mencionado anteriormente.

Figura 38. Pantalla de subir un archivo.

- **Pantalla de representación gráfica de datos**

Uno de los requerimientos del usuario fue que los datos se visualicen a través de gráficas, en la Figura 39 se visualiza la representación de datos de un archivo, utilizando cajas, incluyendo la escala respectiva.

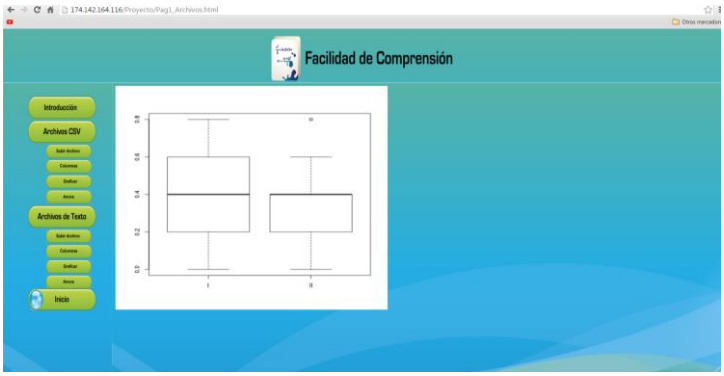

Figura 39. Pantalla de Graficación en cajas.

- **Pantalla de análisis estadístico**

Cuando se está realizando un análisis de datos se requiere una aplicación que facilite esto, la aplicación "Analice", da la posibilidad de desplegar el análisis de datos con el uso del método de ANOVA basta solo ingresar las variables de una hipótesis (Figura 40) y un archivo de datos.

Figura 40. Pantalla del análisis de datos (ANOVA).

- **Implementación de los métodos.**

A continuación, se presenta la codificación de varios métodos; la codificación se puede apreciar en el Anexo I:

1. Números aleatorios
2. Unir dos listas
3. Cargar un archivo
4. Análisis visual
5. Análisis descriptivo

6. Análisis de datos (Anova)
7. Evaluación de supuestos

3.5 Conclusión del capítulo

El propósito de este capítulo fue construir la aplicación web "Analice" para la cual se aplicó la metodología de desarrollo de software 360^0, cumpliendo con todos los requisitos funcionales mencionados en la sección 3.1.4 de este capítulo, los estadísticos que proporciona son confiables y permite generar gráficas que son suministradas al usuario para su respectivo análisis. Los lenguajes utilizados, fueron perfectos para este desarrollo, alcanzando una aplicación totalmente en código libre y de fácil acceso.

CAPÍTULO IV

EXPERIMENTO REPLICADO ESPOCH

4.1 Introducción

El capítulo IV describe el proceso de la experimentación en ingeniería de software, aplicado a los estudiantes de la asignatura de Proyecto Integrador II, partiendo de una descripción del tipo de replicación, luego describiendo cada una de las fases para llevar a cabo la experimentación y finalizando con la demostración de la hipótesis. Cabe mencionar que el objetivo de la experimentación es analizar los tiempos y respuestas obtenidas en los estudiantes luego de haber realizado la encuesta, para los artefactos de diagramas de secuencia y colaboración.

4.2 Tipo de replicación

En la sección 2.6.2 se describen algunos tipos de réplicas, para la presente investigación se realizará utilizando la "Replicación Operacional" (Gómez, Juristo, & Vegas, 2014).

4.3 Fases del proceso de la experimentación en ingeniería de software

Según (Carpi & Egger, 2008) dentro de la investigación científica la experimentación es una técnica de investigación. La ingeniería de software utiliza los experimentos para investigar aspectos como: confirmar teorías, explorar relaciones, evaluar la exactitud de los modelos y validar medidas. Dentro de una experimentación de replicación se establecen fases propuestas por (Gómez, Ucán, & Gómez, 2013) representadas en el Figura 41.

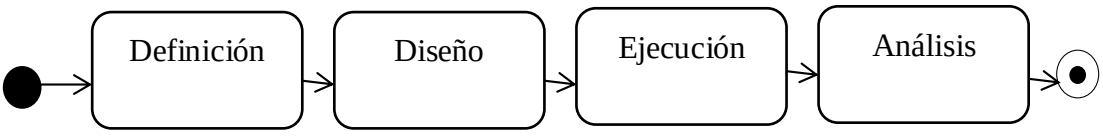

Figura 41. Actividades del proceso de experimentación en IS

Fuente: aplicación del proceso a la Ingeniería de Software. (Gómez, Ucán, & Gómez, 2013)

4.3.1 Fase 1: definición

La fase de definición incorpora elementos del método GQM (Goal-Question Metric) manifestado por (Van Solingen, 2002) que permite definir: el objeto de estudio, el propósito, el equipo y los objetivos de la experimentación.

a. Objeto de estudio

Facilidad de comprensión entre los diagramas de secuencia y colaboración.

b. El propósito

Medir la facilidad de comprensión por parte de los estudiantes de quinto semestre en los diagramas UML (secuencia y colaboración).

c. Equipo del proyecto de investigación

La experimentación se realiza con los estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas quinto semestre en la asignatura de Proyecto Integrador, guiados por la docente de la materia y la tutoría del director del proyecto como se puede apreciar en la Tabla 20

Tabla 20

Tabla del equipo de investigación

Equipo	Personal	Actividades
Director del Proyecto	Ph.D. Omar Salvador Gómez Gómez	1. Dirigir la experimentación
Investigador	Ing. Lorena Aguirre	1. Planificar la experimentación. 2. Capacitar a los sujetos experimentales 3. Realizar la recogida de datos 4. Elaborar la aplicación 5. Analizar los datos 6. Emitir conclusiones
Sujetos de Investigación	Estudiantes de la Carrera de Ingeniería en Sistemas (quinto semestre)	1. Acudir a la capacitación 2. Estar presentes el día de la recolección de datos

d. Objetivos:

Los objetivos para esta experimentación se describen a continuación:

1. Capacitar a los estudiantes.
2. Planificar los días de la experimentación.
3. Realizar la recolección de datos.

4. Analizar los datos.

5. Emitir conclusiones de la experimentación.

Para los objetivos presentados anteriormente se definen las preguntas, metas, métricas a cumplir expuestas en la Tabla 21.

Tabla 21

Tabla de objetivos, preguntas, metas y métricas

Objetivos	Preguntas	Meta	Métricas
1. Capacitar a los estudiantes	1. ¿Cuándo se realizará la capacitación?	Realizar la capacitación dentro del horario de clases.	Tiempo
	2. ¿Qué artefactos se usarán para la capacitación?	Utilizar ejemplos de diagramas de secuencia y colaboración distintos a los que se utilizarán para la experimentación	
2. Planificar los días de la experimentación.	1. ¿Qué días se realizará la recolección de datos?	Realizar para un grupo los días lunes y para otro los miércoles.	Tiempo

CONTINÚA

	2. ¿En Cuántos grupos serán divididos los estudiantes para la obtención de datos?	Dividir en dos grupos.
3. Realizar la recolección de datos.	1. ¿Cuáles son los artefactos?	Utilizar en la experimentación dos ejercicios de diagramas de secuencia y colaboración (library y dictaphone), con el fin de recolectar: tiempos y número de respuestas correctas.
	2. ¿Cuántas y cuáles son las preguntas a responder por parte de los sujetos experimentales?	Utilizar un conjunto de cinco preguntas ya elaboradas.

CONTINÚA

	3. ¿Cómo registran el tiempo?	Registrar el tiempo en hora, minutos y segundos de inicio y fin de cada pregunta contestada.	Tiempo
	4. ¿Cuál es la puntuación obtenida y en qué base de datos se almacenará la tabulación de datos?	Se procederá a tabular las puntuaciones de las preguntas contestadas y almacenar en una Base de datos en Excel.	Puntuación
4. Analizar los datos.		Utilizar la aplicación web "Analice" para generar tablas, gráficas para analizar los datos.	
5. Emitir conclusiones de la experimentación		Elaborar conclusiones.	

e. Selección del contexto

La experimentación se la realiza con los estudiantes de la carrera de ingeniería en sistemas, específicamente con V semestre, dentro de la asignatura de proyecto integrador II. (Anexo A. Tabla 34. Listado de Estudiantes). Dicha asignatura integra las materias de bases de datos I, aplicaciones web y sistemas operativos. El estudio en dichos sujetos será medir la facilidad de comprensión en los diagramas de interacción (secuencia y colaboración).

f. Selección de variables

A continuación se describen las variables que se van a manipular dentro de la experimentación:

- **Variable independientes**: dentro de este tipo de variables se encuentran dos *diagramas* de interacción de UML: secuencia y colaboración; además, los dos *programas* (dictaphone y library)
- **Variables dependientes***:* están compuestas por la variable tiempo total que utilizan en responder las preguntas y *puntuación total* en número de respuestas acertadas.

En la Tabla 22 se muestra las variables independientes y dependientes.

Tabla 22

Variables independientes y dependendientes

Variables independientes	Variables dependientes
Diagramas: secuencia y colaboración	Tiempo total
Programas: dictaphone y library	Puntuación

g. Formulación de la hipótesis

- **Hipótesis nula (H_0)**

H_0 No hay diferencia entre los sujetos que utilizan los dos tipos de diagramas dinámicos con respecto al tiempo empleado para responder las preguntas.

H_0 No hay diferencia entre los sujetos que leen los dos tipos de diagramas dinámicos con respecto a número de respuestas acertadas.

- **Hipótesis alternativa (H_1)**

H_1 Hay diferencia entre los sujetos que utilizan los dos tipos de diagramas dinámicos con respecto al tiempo empleado para responder las preguntas.

H1 Hay diferencia entre los sujetos que leen los dos tipos de diagramas dinámicos con respecto a la Puntuación total de respuestas acertadas.

4.3.2 Fase 2: diseño

Según (Gómez, Ucán, & Gómez, 2013) en esta etapa se describe cómo se llevará a cabo la experimentación, contempla: selección de sujetos, instrumentos, materiales.

a. Selección de sujetos

La experimentación de esta investigación se realizó con 25 estudiantes (sujetos experimentales) de V semestre de la carrera de ingeniería en sistemas de la ESPOCH, matriculados en la asignatura de Proyecto Integrador II en el período Abril 2015 a Agosto 2015

El número de estudiantes (25) que participaron en la experimentación, fueron divididos en 2 grupos seleccionados de manera aleatoria quedando de la siguiente manera:

- Grupo I los días lunes : 1,3,5,6,9,11,14,15,18,21,22 y 24.
- Grupo II los días miércoles: 2,4,7, 8,10,12,13,16,17,19,20,23 y 25.

Cabe mencionar que antes de la experimentación los estudiantes acudieron a una capacitación de los diagramas de UML, específicamente con los diagrmas de secuencia y colaboración.

b. Población

La experimentación de esta investigación se realizó en los estudiantes (sujetos experimentales) un total de 25 de la Carrera de Sistemas, V semestre, matriculados en la asignatura de proyecto Integrador en el período Abril 2015 a Agosto 2015.

c. Material utilizado

Se usó:

- Información de los diferentes de diagramas de UML.
- Dos programas (dictaphone y library) (Otero & Dolado, 2004), representados en diagramas de secuencia y colaboración.
- Cuestionarios con 5 preguntas relacionadas con los diferentes programas; cada pregunta con 4 opciones de respuesta.
- Un cronómetro digital disponible en el internet.

d. Diseño del experimento

Para cada sesión se utilizaron los programas dictaphone y library, graficados en diagramas de secuencia y colaboración; cabe mencionar que fueron desarrollados por (Otero & Dolado, 2004) y se emplearon en los sujetos experimentales.

De cada instrumento se aplicaron 2 versiones distintas que expresan una misma deducción lógica o interpretación abstracta que permitían responder las interrogantes realizadas en cada uno.

Una vez conformados los grupos y definidos los instrumentos a aplicar (dictaphone y library) según Tabla 23 se elaboró una planificación de entrega de los instrumentos, los mismos que fueron otorgados en las horas de la asignatura por lo que la asistencia por parte de los estudiantes fue satisfactoria; quedando estructurados de la siguiente manera:

Tabla 23

Organización de los instrumentos

Programas	Lunes	Miércoles	Lunes	Miércoles
Dictaphone	diagrama de secuencia	diagrama de colaboración	diagrama de colaboración	diagrama de secuencia
Library	diagrama de colaboración	diagrama de secuencia	diagrama de secuencia	diagrama de colaboración

En la Tabla 24 se presenta las sesiones, los programas y la ubicación de los estudiantes por sesión.

Tabla 24

Ubicación de los estudiantes en las sesiones

	Sesión I Lunes		Sesión II Miércoles	
	Library	**Dictaphone**	**Library**	**Dictaphone**
Secuencia	1, 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 18, 21, 22 y 24.	1, 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 18, 21, 22 y 24.	2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23 y 25.	2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17, 19, 20 23 y 25.
Colaboración	1, 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 18, 21, 22 y 24.	1, 3, 5, 6, 9, 11, 14, 15, 18, 21, 22 y 24.	2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23 y 25.	2, 4, 7, 8, 10, 12, 13, 16, 17, 19, 20 23 y 25.

Para cada programa (dictaphone y library) se utilizaron dos cuestionarios con cinco preguntas cerradas con varias alternativas, cabe anotar que para cada pregunta le correspondía una única respuesta correcta.

En cuanto al tiempo se les advirtió que requieren de un cronómetro digital de tiempo para que anoten la hora, minuto y segundo de comienzo y fin esto por cada pregunta.

4.3.3 Fase 3: ejecución

Dentro de la operación del experimento se tiene las siguientes sub-etapas: preparación, operación y la validación de los datos.

a. **Preparación y formación**

Al tenerse definida la idea del estudio se procedió primeramente a impartir capacitación de diagramas de UML en el aula, porque los estudiantes no tenían ninguna noción de estos diagramas ya que dentro de las asignaturas aprobadas

anteriormente no se encuentra establecido en los sílabos de las asignaturas temas similares; la preparación que recibieron son clases (teóricas-prácticas) del lenguaje de modelado unificado.

b. **Capacitación**

Para la capacitación se usó diagramas de secuencia y colaboración del paquete experimental empleado (Otero & Dolado, 2004), con ejercicios distintos (teléfono) a los que se utilizaron en la experimentación, con el objetivo de que los sujetos participantes se aclimataran a la terminología y a su vez a la forma de realización de los ejercicios.

Se aplicaron los instrumentos según la metodología pre-establecida, en los días señalados en la Tabla 23, a los estudiantes seleccionados y según el día de aplicación de cada cuestionario de investigación, se realizó previamente la entrega del cuestionario en idioma español ya que originalmente se encuentraron en inglés, posteriormente se les otorgó 10 minutos para aclaración de las dudas puntuales que presentaran los estudiantes por parte del investigador, se explicó el método que se emplearía para llevar cabo la investigación y los requisitos que esta exigía para minimizar los errores y evitar de esta manera sesgos a la investigación.

h. Operación

Se les explicó a los estudiantes la forma de llenar cada cuestionario, donde lo importante es la calidad de la respuesta propiamente dicha, también resultó de gran significación el tiempo que emplea el sujeto que participa en el llenado del instrumento para responder a uno de los objetivos del experimento, por lo que se definió un formato para anotar la hora (hh,mm,ss) al comenzar y al finalizar la respuesta a cada pregunta.

Como se mencionó en el punto 4.3.1. literal c dentro del material utilizado están los diagramas para la recolección de dato: secuencia y colaboración; en cada sesión a los estudiantes se les entregaba primero un diagrama cualquiera de los dos según la planificación de las Tabla 23 y 24 para posteriormente entregar el siguiente diagrama y contestar los cuestionarios sean del programa: dictaphone o library.

Finalizado el llenado de los cuestionarios se procedió, por parte del equipo de investigación, a calificar las respuestas de los estudiantes en cada instrumento, un segundo tiempo de la evaluación estuvo destinado a calcular el tiempo de respuesta

en segundos de los estudiantes, el cual se obtuvo restando a la hora de finalizada la respuesta la hora de comienzo, permitiendo obtener una métrica cuantitativa que refleja el tiempo en segundos que necesitó el estudiante para interpretar y responder la pregunta en cuestión.

4.3.3.3 Validación de Datos

Los datos se plasmaron en una base de datos en Microsoft Excel confeccionada para el experimento que permitió una mejor organización de las variables obtenidas, para verificar si los datos fueron recolectados correctamente y estaban completos. Como se puede ver en el Anexo B de la Tabla 35, recolección de datos en excel; como se puede evidenciar todos los datos se han receptado, ya que todos los estudiantes contestaron el cuestionario y registraron los tiempos empleados.

4.3.4 Fase 4: análisis

Esta fase está compuesta por las siguientes subfases: estadísticos descriptivos y reducción de conjuntos de datos, análisis estadísticos y contraste de la hipótesis.

a. Estadísticos descriptivos y reducción de conjunto de datos

Los estadísticos descriptivos se desarrollan en la sección 4.34 ítem b. Se procedió al análisis estadístico mediante el uso de la aplicación web, específicamente opción: método de análisis ANOVA, para determinar la variabilidad de las variables obtenidas con respecto al procedimiento aplicado. Los resultados se plasmaron en forma de gráficas para facilitar su comprensión. El objetivo del análisis de datos es en qué medida los factores (diagrama y programa), influyen en las variables: tiempo y puntuación total.

b. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó mediante el análisis de la varianza (ANOVA) para determinar la variabilidad de las variables obtenidas con respecto al procedimiento aplicado. La información fue resumida mediante frecuencias absolutas y porcentajes para las variables cualitativas y se emplearon medidas de tendencia central. Además se realizó el análisis de normalidad para verificar la normalidad del modelo estadístico utilizado (ANOVA).

Después de tabular los resultados y expresarlos en forma de gráficas de caja para facilitar su análisis se puede mencionar las siguientes consideraciones:

1. Para conocer la puntuación obtenida por cada estudiante entre las preguntas correctas y el total de preguntas en cada diagrama se tiene en Anexo C Tabla 37.

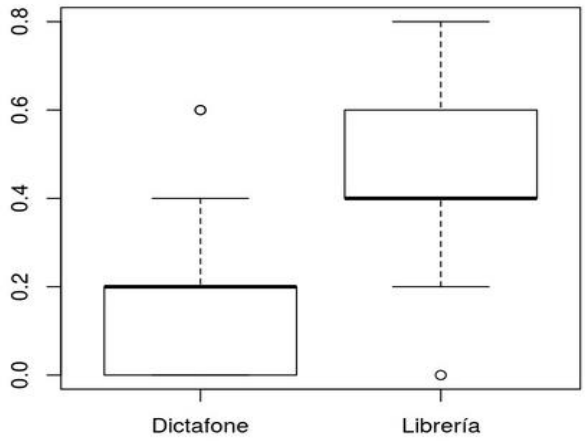

Figura 42. Distribución de puntuaciones según instrumentos utilizados.

Análisis: La Figura 42 muestra las puntuaciones obtenidas por los estudiantes que respondieron las preguntas del instrumento library son mayores que las puntuaciones de los que respondieron el instrumento dictaphone.

2. En el Anexo D se muestra la Tabla 38 que representa el tipo de diagrama: secuencia y colaboración más la puntuación total obtenida de acuerdo a las respuestas dadas por parte de los estudiantes.

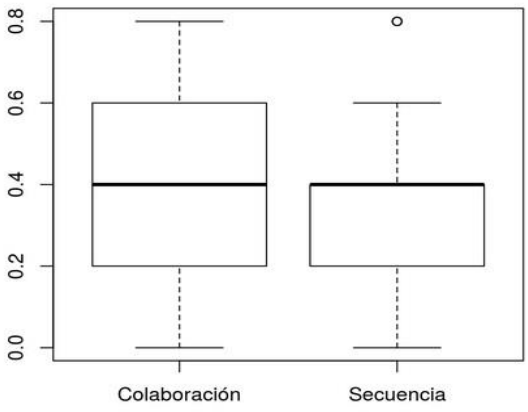

Figura 43. Distribución de puntuaciones según tipos de diagramas utilizados.

Análisis: Las puntuaciones se comportaron de manera similar independientemente del tipo de diagrama utilizado (colaboración o de secuencia) según lo que reporta el Figura 43.

3. La Tabla 39 del Anexo E contiene los datos obtenidos de acuerdo al grupo que se les ubicó a los estudiantes y el tiempo demorado en contestar las preguntas.

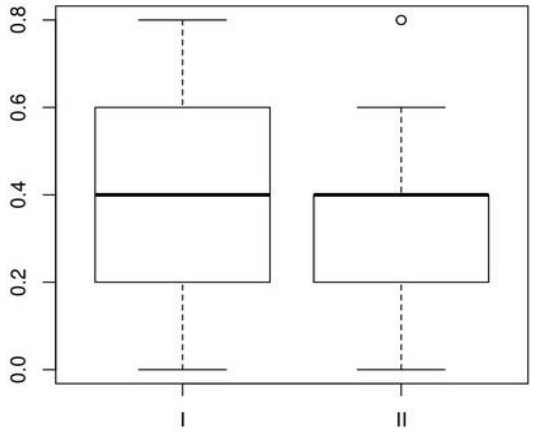

Figura 44. Distribución de puntuaciones según grupo ubicado de estudiantes

Análisis: En el Figura 44 se observa que no existe diferencia de puntuaciones obtenidas según los grupos en los cuales se les ubico a los estudiantes que participaron en el experimento.

4. A continuación se encuentra la representación de los programas (dictaphone y library) y el tiempo total demorado por parte de los estudiantes en interpretarlos. Los datos se pueden encontrar en la Tabla 40 del Anexo F.

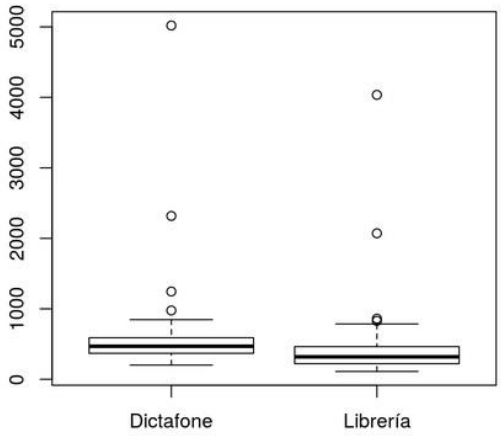

Figura 45. Distribución de tiempo en segundos según programas utilizados.

Análisis: El tiempo utilizado por los estudiantes para responder al programa dictaphone fue ligeramente superior al utilizado por los estudiantes para responder el instrumento library (Figura 45).

5. En el Anexo G se encuentra la Tabla 41 que representa el total en segundos tardados por parte de los estudiantes en los diagramas de secuencia y colaboración.

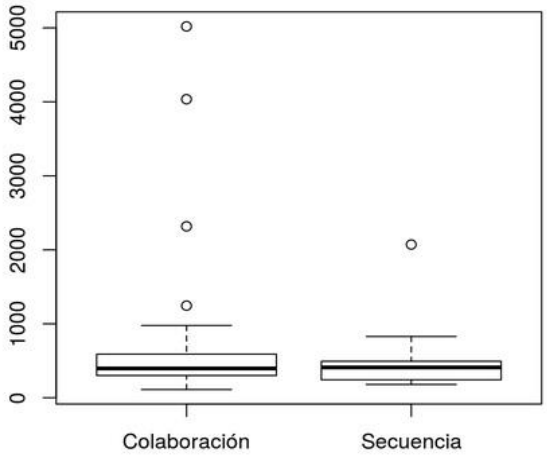

Figura 46. Distribución de tiempo en segundos según tipos de diagramas

Análisis: El tiempo de utilización para responder tanto los diagramas de colaboración como de secuencia son similares (Figura 46).

6. El Anexo H contiene la Tabla 42 la cual representa el total en segundos tardado en contestar las preguntas por parte de los estudiantes en los grupos que fueron ubicados.

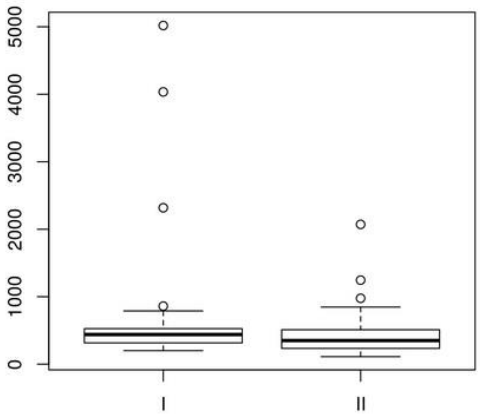

Figura 47. Distribución de tiempo en segundos según grupos de estudiantes.

Análisis: los estudiantes del grupo I necesitaron ligeramente mayor tiempo en segundos para responder las interrogantes de los cuestionarios que los estudiantes del grupo II (Figura 47).

c. Contraste de la hipótesis

Para el contraste de la hipótesis descrita en la sección 4.3.1 ítem f. y en base a las características de la experimentación se utilizará el análisis de la varianza (ANOVA), para un nivel de significancia **α =0,05.** Para el análisis de la varianza se empleó la aplicación Web propuesta en esta investigación.

- **Análisis para la variable dependiente tiempo**

En el Tabla 25 se presenta el análisis de la varianza ANOVA, se observa que la componente diagram x program según el estadístico de Fisher (F)= 0,960, el valor de probabilidad es p = 0,330 en consecuencia 0,330 es > 0,05 por lo tanto se acepta la hipótesis nula (H_0) y rechazamos la hipótesis de investigación (H_1). Lo que significa que no existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis de la investigación.

Tabla 25

ANOVA para el variable tiempo

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
group	1	1033487	1033487	2.466	0.120
diagram	1	1107335	1107335	2.642	0.107
program	1	627106	627106	1.496	0.224
diagram:program	1	402083	402083	0.960	0.330
Residuals	95	39809713	419050		

- **Análisis para la variable dependiente puntuación total**

En el Tabla 26 se muestra el análisis de la varianza ANOVA, se aprecia que la componente program es menor que α = 0,05 por lo que se puede decir que hay una diferencia significativa; por tanto la facilidad de comprensión es distinta en ambos programas con respecto a la puntuación total. El programa library obtuvo mayor porcentaje. La componente diagram x program para Fisher (F)= 0,620 y p=0,433 > α por lo que se acepta la hipótesis nula (H_0) y se rechaza la hipótesis de investigación (H_1). Lo que significa que no existe evidencia suficiente para aceptar la hipótesis de la investigación.

Tabla 26

ANOVA para la variable puntuación total.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)	
group	1	0.0122	0.0122	0.386	0.536	
diagram	1	0.0036	0.0036	0.114	0.737	
program	1	2.3716	2.3716	74.966	1.21e-13	***
diagram:program	1	0.0196	0.0196	0.620	0.433	
Residuals	95	3.0054	0.0316			

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

- **Normalidad de datos**

La normalidad de la puntuación de los datos tanto para la puntuación y el tiempo total.

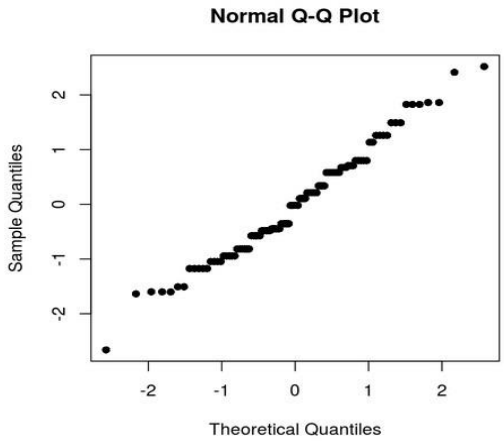

Figura 48. Q-Q para diagnosticar normalidad de la puntuación

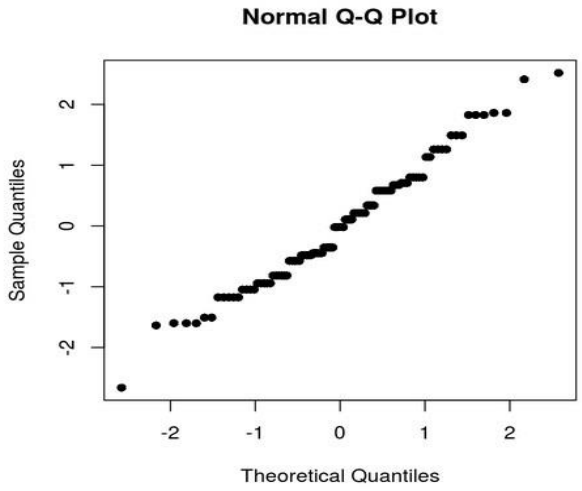

Figura 49. Q-Q para diagnosticar normalidad de la duración en segundos.

Análisis: En las Figuras 43 y 44 se observan que la distribución de los puntos se asemeja a una línea recta por lo que puede decirse que las métricas obtenidas, relacionadas con las puntuaciones obtenidas y el tiempo en segundos en que se responden los cuestionarios están aproximadamente normalizadas.

d. Interpretación

Los resultados alcanzados en esta investigación muestran que en relación con las puntuaciones obtenidas destaca como dato significativo que fueron mayores en los estudiantes que respondieron a las preguntas del cuestionario library, este dato que fue estadísticamente significativo. Si se compara este resultado con otras investigaciones como las de (Otero & Dolado, 2004) como referencia en el tema encontramos que existe diferencia ya que en estas investigaciones las puntuaciones son mayores en los que respondieron los cuestionarios dictaphone.

Posibles hipótesis a estas diferencias de puntuaciones entre ambos resultados pudieran referirse a la complejidad de los instrumentos utilizados, la confusión de las preguntas que se incorporan en los cuestionarios y hasta el nivel de dificultad de las preguntas que pueden provocar problemas en cuanto a la interpretación de la situación problema planteado y de ahí la dificultad para responder acertadamente las mismas, otro elemento a considerar pudiera relacionarse con la preparación de los estudiantes que participan en el estudio.

En relación con el tipo de diagrama utilizado (de colaboración o de secuencia) no existieron diferencias en cuanto a las puntuaciones obtenidas, como

tampoco existió diferencia en las puntuaciones obtenidas por el grupo I o II de estudiantes que participaron en la investigación. Este resultado demuestra que ambos grupos de estudiantes recibieron la misma preparación previa sobre la explicación para participar en el experimento, lo que de no haber sido de esta forma pudiera representar un sesgo para la investigación.

La no diferencia de puntuaciones en relación con el tipo de diagrama utilizado no corresponde con los resultados de los estudios de (Otero & Dolado, 2004), los que reportan que existen una mejor interpretación del problema de estudio con los diagramas de colaboración, hecho que no corresponde con lo obtenido en esta investigación.

En relación con el tiempo podemos mencionar que los estudiantes que interpretaron y respondieron el cuestionario dictaphone necesitaron más tiempo que los que interpretaron y respondieron el cuestionario library, aunque la diferencia encontrada no fue estadísticamente significativa. Este dato es similar al estudio de Otero y Dolado (2002), donde la utilización del tiempo fue mayor en el cuestionario dictaphone que en el library.

No existió diferencia entre el tiempo de interpretación del diagrama de colaboración y el de secuencia y la diferencia que existió entre el tiempo de respuesta a las preguntas de los cuestionarios entre los estudiantes del grupo I y II no fue estadísticamente significativa.

El trabajo de (Otero & Dolado, 2004) muestra mayor tiempo de interpretación y respuesta en los diagramas de colaboración que en los de secuencias. Según los autores esto pudiera responder la necesidad del estudiante de tener que utilizar mayor tiempo para interpretar y establecer la secuencia correcta para responder la interrogante planteada sobre la situación problema expresada en el cuestionario.

4.4 Tipos de investigación

El tipo de investigación fue considerada como investigación experimental, la misma que permitió comprender las características del grupo de estudio y profundizar en la capacidad de la facilidad de comprensión por parte de los estudiantes en conocimiento de diagramas de secuencia y colaboración. La investigación de campo permitió observar el comportamiento al momento que los estudiantes están

resolviendo los diferentes instrumentos.

4.5 Métodos y técnicas

A continuación se describen los métodos y técnicas empleadas:

4.5.1 Métodos

En esta investigación se utilizó el paradigma experimental (Juristo & Moreno, 2001) para investigar cuál era la facilidad de comprensión en los estudiantes con respecto a los diagramas interactivos anteriormente mencionados, la aplicación de este método facilitó medir la facilidad de comprensión por parte de los estudiantes en los diagramas de secuencia y colaboración con el apoyo de la aplicación web "Analice"..

La colaboración de los estudiantes fue fundamental para la realización del experimento de forma organizada y consecutiva facilitando la recolección de la información mediante variables que fueron tabuladas y que permitieron, una vez realizado el análisis estadístico de las mismas elaborar conclusiones y recomendaciones relacionadas con la hipótesis y los objetivos planteados para la investigación.

Dentro del método experimental, se incluye la verificación de los resultados involucrados en el grupo y el método comparativo con el cual se confrontaron los resultados obtenidos con otras investigaciones similares.

4.5.2 Técnicas

Las técnicas constituyen un apoyo para la recolección y desarrollo de la investigación científica. Se utilizó la **observación** la misma que permitió obtener elementos sobre las características de los estudiantes que participaron en el experimento, así como de elementos estructurales y metodológicos de los cuestionarios. Se utilizó la técnica de recolección de información a través de cuestionarios que facilita la recopilación de los datos al aplicar cuestionarios ya validados, otra de las técnicas que utilizamos fue la comparación, la cual facilitó, una vez analizados los resultados, comparar los mismos con otra investigación facilitando la elaboración de conclusiones y recomendaciones para experimentos futuros.

4.6 Conclusión del capítulo

La aplicación adecuada de una metodología experimental permite realizar este tipo de investigación. En cuanto a los datos obtenidos, se puede decir que pocos (10,5 %) estudiantes no acertaron ninguna respuesta, por lo que se intentó conocer las causas comentando en otra sesión, las razones que más resaltaban era que ellos necesitaban más capacitación con este tipo de diagramas. Uno de los beneficios de este tipo de investigación es que los estudiantes tengan una experiencia en este tipo de experimentación.

CAPÍTULO V

SÍNTESIS DE ESTUDIOS

5.1 Introducción

El capítulo V tiene como objetivo realizar una integración sistemática de los resultados medidos por (Otero & Dolado, 2004), Glezer (Glezer, Last, Nachmany, & Shoval, 2005) más los resultados obtenidos en esta tesis (capítulo IV) usando meta-análisis.

La síntesis de estudio experimental combina estudios que trabajan con variables continuas, integrando resultados de otras investigaciones a ésta se la llama "Meta-Análisis".

El "Meta-Análisis", tiene su clasificación con: el método de síntesis cuantitativa para variables continuas (WMD) (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009), el response ratio (RR) versión paramétrica propuesto por (Gurevitch & Hedges, 2001) [13], el vote counting (VC) propuesto por (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009). Para esta tesis se aplicará el método WMD (Borenstein, Hedges, Higgins, & Rothstein, 2009).

Dentro de los pasos a realizar en esta síntesis tenemos: formulación del problema, recopilación de información, cálculo del tamaño del efecto y análisis estadístico e interpretación.

5.2 Objetivos en meta-análisis

A continuación se describen dos objetivos a cumplir:

- Realizar un análisis de las diferencias en los resultados de diferentes estudios.
- Calcular los tamaños de los efectos de cada estudio.

5.3 Meta-Análisis

Dentro del método WMD, se encuentran las siguientes fases:

1. Formulación de un problema,
2. Selección de estudios,

3. Codificación de estudios,

4. Síntesis de estudios y

5 Análisis estadístico e interpretación.

1. Formulación de un problema

¿Están los resultados de las investigaciones relacionados entre sí?

2. Selección de estudios

Para el presente meta-análisis se cuenta con tres estudios experimentales: Glezer en 2004, Otero en el 2003 y la presente investigación; estos estudios fueron realizados con diagramas de interacción de UML.

3. Codificación de estudios

Los datos de los estudios anteriormente mencionados se presentan a continuación en la Tabla 27.

Tabla 27

Datos de estudios previos

Estudio	Año	Experimental			Control		
		Secuencia			Colaboración		
		n	Ẋ	sd	n	Ẋ	sd
Glezer	2004	20	3,283	1,1085	19	3,769	1,0115
Otero	2003	18	3,61	1,006667	18	3,556667	1,2833 3
Aguirre	2015	25	0,33	0,23	25	0,32	0,24

Dónde:

n = número de sujetos experimentales.

Ẋ= es la media en cada estudio.

sd= son los valores de la desviación estándar en cada estudio.

En la Tabla 27 se aprecia que existe similitud en los resultados obtenidos por Glezer y Otero, realizados en los años 2004 y 2003, en todos los aspectos y ambos grupos estudiados; sin embargo al comparar estos resultados con los obtenidos por Aguirre en el año 2015 se observan diferencias que resultaron estadísticamente

significativas tanto en la media del estudio como en la desviación estándar en ambos grupos (experimental y control), a pesar de tener tamaños de las muestras similares en los tres estudios, por lo que se considera que el tamaño de la muestra no constituyó un sesgo para obtener estos resultados.

4. Síntesis de estudios

El cálculo del tamaño del efecto se realiza utilizando la fórmula (1)

$$g = \frac{y^E - y^C}{S_p} \quad (1)$$

- Donde g es el tamaño de efecto.
- y^E media del grupo experimental (E) y y^C grupo de control (C).
- Sp el desvío estándar grupal.

Lo que se puede apreciar en la Tabla 28.

Tabla 28

Cálculo del tamaño del efecto

Estudio	Año	Experimental			Control			Tamaño del efecto
		Secuencia			Colaboración			g
		n	Ẋ	sd	n	Ẋ	sd	
Glezer	2004	20	3,283	1,1085	19	3,769	1,0115	0,06
Otero	2003	18	3,61	1,006667	18	3,556667	1,28333	0,06
Aguirre	2015	25	0,33	0,23	25	0,32	0,24	0,01

El tamaño del efecto en los estudios de Glezer (2004) y de Otero(2003) son similares, alcanzando valores por encima de tres puntos con valores en las medias y en cuanto a la desviación estándar muy cercanos el uno del otro. Sin embargo, el estudio de Aguirre, realizado en el año 2015, evidencia resultados muy diferentes con solo un 0,33 para la media reflejándose también una diferencia en el tamaño del efecto, este dato no resultó estadísticamente significativo y no guarda relación con el tamaño de la muestra, la cual no constituye un sesgo para la investigación ya que los tres estudios que se analizan muestran un número de personas involucradas en el estudio muy similar (Tabla 28).

5. Análisis estadístico e interpretación

A continuación en la Tabla 29 se presenta el cálculo de la heterogeneidad de datos para df (grados de libertad) = 2

Tabla 29

Cálculo de la heterogeneidad de datos

```
Random-Effects Model (k = 3; tau^2 estimator: REML)

  logLik  deviance       AIC       BIC      AICc
 -0.3141    0.6282    4.6282    2.0145   16.6282

tau^2 (estimated amount of total heterogeneity): 0 (SE = 0.0974)
tau (square root of estimated tau^2 value):      0
I^2 (total heterogeneity / total variability):   0.00%
H^2 (total variability / sampling variability):  1.00

Test for Heterogeneity:
Q(df = 2) = 1.5914, p-val = 0.4513
```

En el Figura 50 se aprecia que a pesar de existir similitud en los estudios publicados por Glezer y Otero en cuanto a resultados media y de tamaño del efecto de la Tabla 28, los trabajos que más se asemejan en cuanto al valor de referencia estandarizado son los de Otero y Aguirre, los cuales se encuentran en un rango de -0,05 y -0,04 respectivamente.

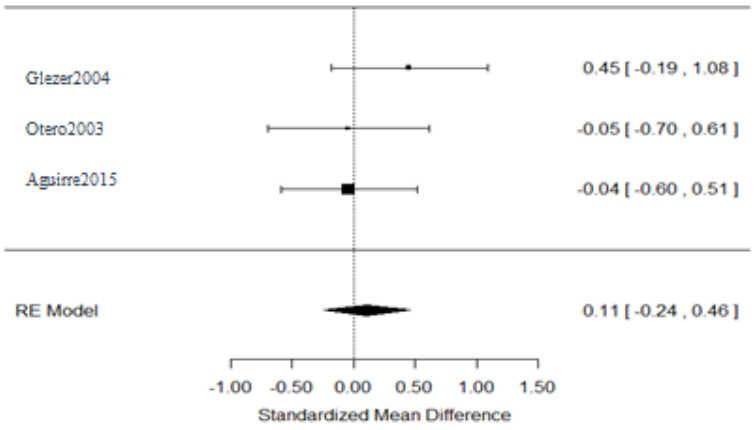

Figura 50. Representación de datos en *ForestPlot.*

5.4 Conclusiones del capítulo.

El trabajo de Aguirre difiere de los publicados por Glezer y Otero en cuanto a resultados de la media y tamaño del efecto, sin embargo se asemeja al de Otero en cuanto al valor de referencia estandarizado como se muestra en la Figura 50. El tamaño de la muestra en los tres estudios es similar por lo que esta variable no constituye un sesgo para esta investigación.

CAPÍTULO VI

VALIDACIÓN DE LA APLICACIÓN WEB "Analice"

6.1 Introducción

El capítulo VI se refiere a la validación de la aplicación web "Analice" por parte de los usuarios a través de una encuesta probada de usabilidad propuesto por (Perlman, 1997), la misma que incluye evaluación de métricas: aprendizaje (learning), adaptación de usuarios (adapting to the user) y retroalimentación y errores (feedback and errors), las mismas que permitirán demostrar la hipótesis de esta investigación definida en el capítulo I. Hay que mencionar que la aplicación permite el análisis de datos como apoyo para medir la facilidad de comprensión en los diagramas de interacción de UML.

6.2 Facilidad de comprensión a evaluar

Se tienen las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis nula (H_0)**
  El diseñar e implementar una aplicación web no facilita el análisis y síntesis de experimentos que estudian la facilidad de comprensión en los diagramas de interacción (secuencia y colaboración) del lenguaje UML.

- **Hipótesis alternativa (H_1)**

  El diseñar e implementar una aplicación web facilita el análisis y síntesis de experimentos que estudian la facilidad de comprensión en los diagramas de interacción (secuencia y colaboración) del lenguaje UML.

Tabla 30

Evaluadores

Docentes	TITULO ACADÉMICO	CARGO	INSTITUCIÓN
Docente 1	Ph.D.	Docente	ESPOCH
Docente 2	Master en Informática Aplicada	Docente	ESPOCH
Docente 3	Master en Informática Aplicada	Docente	ESPOCH

CONTINÚA

Docente 4	Master en Informática Educativa	Docente	ESPOCH
Docente 5	Master en Matemática Aplicada	Docente	ESPOCH
Docente 6	Master en Informática Educativa	Docente	ESPOCH

6.3 Evaluadores

Son docentes a tiempo completo de la Escuela de Ingeniería en Sistemas en la Tabla 30 se desglosa los docentes participantes.

6.4 Pasos en la validación

A continuación se definen algunos pasos:

1. Presentación de la aplicación web "Analice". Este paso radicó en dar una exposición de la aplicación web, de los objetivos de la encuesta y el manejo del sistema, se designó un tiempo de 30 minutos.

2. Se les permitió interactuar con el sistema para que se familiaricen con "Analice", antes de comenzar con la evaluación a través de la encuesta.

3. Se procedió a la evaluación a través del instrumento validado de usabilidad propuesto por (Perlman, 1997) . Anexo J.

6.5 Resultados

A continuación se presentan los resultados que la encuesta arrojo para las métricas: *learning, adapthing to the user y feedback and errors.*

1. Para la métrica: learning, se tiene la Tabla 31 que presentan los datos de las medias obtenidas.

Tabla 31

Resultados de la métrica: learning

Encuestado	R	web
1	3,83	5,01
2	2,63	5,18
3	3,91	5,58
4	4,14	4,92

CONTINÚA

5	2,91	5,96
6	3,31	6,19
Total	20,73	32,84

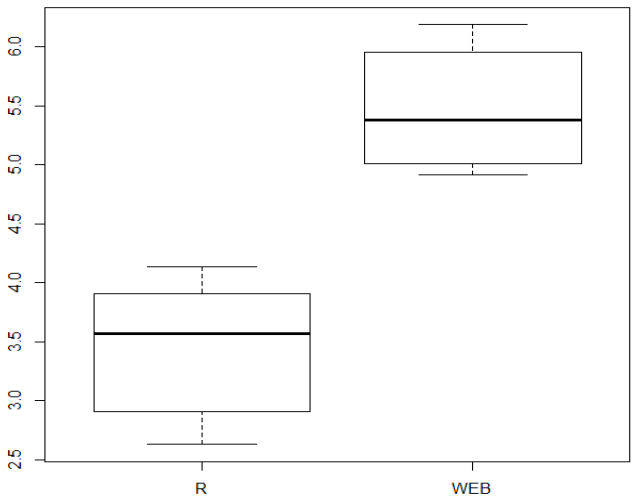

Figura 51. Representación de datos para *learning*

Los valores promedios en ambos componentes para esta métricas estuvieron en las cifras de 3,45 para el componente R y 5,47 para el componente web como se puede apreciar en la Figura 46. Para el conjunto de datos (Tabla 31) se realiza el test de wilcoxon, para evaluar posibles diferencias estadísticas entre ambas herramientas.

```
        Wilcoxon rank sum test

data:  R and web
W = 0, p-value = 0.002165
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Como se aprecia en test de wilcoxon con el valor p = 0,002165 los datos para la métrica *learning* resultaron ser estadísticamente significativos.

2. Para la métrica: adapthing to the user, la Tabla 32. Se evidencia los resultados para esta métrica:

Tabla 32

Resultados de la métrica *adapthing to the user*

Persona	R	Web
1	3,77	5,79

CONTINÚA

2	1,78	5,58
3	3,95	5,73
4	3,84	6,38
5	2,7	5,96
6	3,22	5,5
Total	19,26	34,94

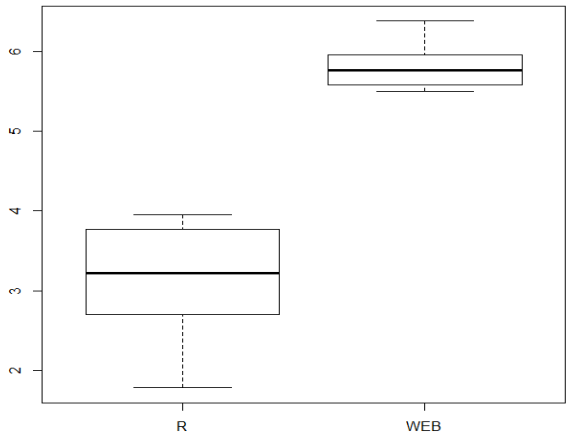

Figura 52. Representación de datos para *Adapthing to the user*

La Tabla 19 y Figura 52 muestra los resultados obtenidos en la aplicación de la métrica adapthing to the user, para los componentes R y web, encontrándose valores totales de 19,26 y 34,94 respectivamente. Los valores promedios en ambos componentes para esta métricas estuvieron en las cifras de 3,21 para el componente R y 5,82 para el componente web, se evidencia valores superiores en los resultados del componente web, en relación con los del componente R.

```
        Wilcoxon rank sum test

data:  R and web
W = 0, p-value = 0.004329
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Como se aprecia en test de wilcoxon con el valor p = 0,004329 los datos para la métrica *Adapthing to the user* resultaron ser estadísticamente significativos.

3. Para la métrica: feedback and errors, la Tabla 33 resume las medias para cada pregunta tiene:

Tabla 33

Resultados de la métrica *feedback and errors*.

Persona	R	Web
1	3,3	4,95
2	2,21	5,47
3	3,11	5,73
4	4,82	5,85
5	3,6	5,91
6	2,44	4,85
Total	19,48	32,76

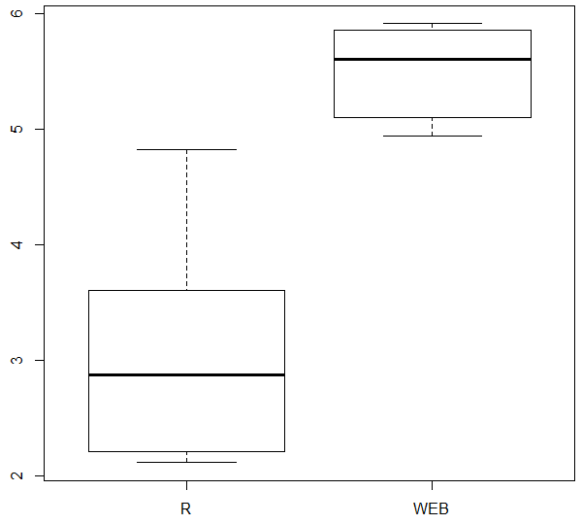

Figura 53. Representación de datos para *feedback and errors.*

Para la métrica: feedback and errors la Tabla 33 muestra los resultados obtenidos en el componente R como en el componente web, encontrándose valores totales de 19,48 y 32,76 respectivamente. Los valores promedios en ambos componentes para esta métricas estuvieron en las cifras de 3,25 para el componente R y 5,46 para el componente web (Figura 53).

```
        Wilcoxon rank sum test

data:  R and web
W = 0, p-value = 0.002165
alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0
```

Como se aprecia en test de wilcoxon con el valor p = 0,002165 los datos para la métrica *feedback and errors* resultaron ser estadísticamente significativos.

6.6 Conclusiones del capítulo

En las tres métricas analizadas los resultados totales y promedio de los participantes en el estudio fueron mayores en el componente web que en el componente R, los datos fueron en su totalidad estadísticamente significativos. Por lo que los niveles de compresión, interpretación, respuesta y puntuación son cuanticualitativamente superiores en la herramienta web “Analice” propuesta en esta tesis.

CAPÍTULO VII

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En esta tesis se realizó una recopilación de información fundamental de temas como: la Ingeniería de software, UML, docencia y replicación de experimentos, permitiendo sentar las bases para elaborar la aplicación web "Analice" como apoyo para el análisis estadístico.

Uno de los objetivos fue utilizar los artefactos empleados en (Otero & Dolado, 2004) de su paquete experimental para el desarrollo de una réplica experimental, los mismos que facilitaron la recopilación de datos y determinar la facilidad de comprensión.

7.1 Conclusiones

- Los conceptos descritos en el marco teórico sirvieron como ejes básicos de la presente investigación, especialmente los que hace referencia a la experimentación en la Ingeniería de software permitiendo comprender de manera eficaz el problema que se está tratando facilitando la comprensión y la resolución del mismo.
- Luego de aplicar los artefactos, de los datos obtenidos, se puede decir que pocos(10,5 %) estudiantes no acertaban ninguna respuesta, por lo que se intentó conocer las causas comentándoles en otra sesión, por lo que la razones que más resaltaban era que ellos necesitaban más capacitación con este tipo de diagramas.
- El desarrollo de la aplicación web "Analice" permitió la integración de herramientas como R, html y rApache, las mismas que son herramientas libres. "Analice" permite la carga de un archivo csv o txt, visualizar los datos, graficar y apoyar el analizar los datos (ANOVA).
- De acuerdo al Figura 43 el trabajo de Aguirre difiere de los publicados por Glezer y Otero en cuanto a resultados de la media y tamaño del efecto, sin embargo se asemeja al de Otero en cuanto al valor de referencia estandarizado. Hay que resaltar que el tamaño de la muestra en los tres estudios es similar por lo que esta variable no constituye un sesgo para esta investigación.

- De la métricas learning, adapting to the user y feedback and errors los resultados totales y promedio de los participantes en el estudio fueron mayores en el componente web que en el componente R, los datos fueron en su totalidad estadísticamente significativos. Por lo que los niveles de compresión, interpretación, respuesta y puntuación son cuanticualitativamente superiores en el componente web.

7.2 Recomendaciones

- Cuando se utilice la herramienta R como lenguaje, se recomienda incorporarse a grupos de google, facebook y foros relacionados con el tema, ya que no existe mucha información sobre las particularidades de los lenguajes.
- Tener validado el archivo de datos csv o txt antes de cargar en la aplicación, para que el usuario no tenga inconvenientes en el análisis de datos.
- Trabajos a futuro, incorporar diagramas de clases y objetos para medir la facilidad de comprensión.
- Continuar desarrollando aplicaciones que faciliten el análisis de datos ya que las que se ofrecen en el mercado en muchas ocasiones son de software propietario o están basados en comandos muchas veces en inglés y se requiere tiempo para el aprendizaje de comandos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Allideire, N. (2004). *El vínculo profesor-alumno: una lectura psicológica.* Buenos Aires: Biblos.

Apa, C., Robaina, R., León, S., & Vallespir, D. (2010). *Conceptos de Ingeniería de Software Empírica.* Montevideo: Reportes Técnicos 10-02. UR. FI – INCO.

Arguello, W. (2007). *MDS 360° Metodología de desarrollo de software un enfoque práctico y global.* Bogotá: Creative Commons.

Báez, C., & Suárez, M. (2013). *Proceso de desarrollo de software: Basado en la articulación RUP Y CMMI priorizando su calidad.* Bogotá: U. de Boyacá.

Basili, V. R. (1999). Building knowledge through families of experiments. *Software Engineering, IEEE Transactions on, 25*(4), 456-473.

Basili, V., S, G., Laitenberg, O., Lanubile, F., Shull, F., Sorumgard, S., & Zelkowitz. (1996). *The empirical Investigation of Perspective-Based* (Vol. 1). New York: Kluwer Academic.

Beltrán, J., & Bueno, J. (1995). *Psicología de la educación.* Barcelona: Marcombo. S.A.

Blé, C. (2010). *Diseño ágil con TDD.* Creative Commons.

Booch, G., Jacobson, I., & Rumbaugh, J. (Enero de 1999). *El Lenguaje Unificado de Modelado.* Madrid: Addison-Wesley Iberoamericana.

Borenstein, M., Hedges, L., Higgins, J., & Rothstein, H. (2009). *Introduction to Meta-Analysis.*

Calero, C., & Moraga, M. y. (2010). *Calidad del producto y proceso software*. Madrid: Ra-Ma.

Campderrich, B. (2003). *Ingeniería del software* (1 ed.). Barcelona: UOC.

Carpi, A., & Egger, A. (2008). *Métodos de Investigación: Experimentación.*

Carrillo, A. (2009). *Herramienta Multimedia de apoyo a la Enseñanza de la Metodología RUP de Ingeniería del Software.* Cienfuegos, La Habana, Cuba: Universidad "Carlos Rafael Rodríguez".

Colom, A., Bernabeu, J., Domínguez, E., & Sarramona, J. (2008). *Teorías e instituciones Contemporáneas de educación.* (G. P. (GBS), Ed.) Barcelona, España: Ariel,S.A.

Cortés, R. (1998). *Introducción Al Análisis de Sistemas Y la Ingeniería de Software.* San José, Costa Rica: EUNED:Universidad Estatal a Distancia.

Debrauwer, L., & Van Der Heyde, F. (2013). *UML2 Iniciación, ejemplos y ejercicios corregidos.* (ENI, Ed.) Barcelona.

Deitel, H., & Deitel, P. (2003). *Cómo programar en C++* (4 ed.). Monterrey: Pearson Educación.

Delgado, E. R. (2008). Decreto 1014 Software Libre.

ESPE. (2013). *Resolución: Consejo de Investigación y Vinculación* .

Fowler, M. (1999). *UML gota a gota.* Mexico, D. F.: Addison Wesley Longman de Mexico.

Gago, A. (1987). Modelos de sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje. *Revista de la Educación Superior*(23).

García, F., Serrano, M., Cruz-Lemus, J., Genero, M., Calero, C., & Piattin, M. (2004). La Experimentación en la docencia de Ingeniería del Software. *X Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Informática*, 237-246.

Glezer, C., Last, M., Nachmany, E., & Shoval, P. (2005). Quality and comprehension of UML interaction diagrams-An experimental comparison. *Information and Software Technology, vol. 47*(10), pp. 675-692.

Gómez, O., Juristo, N., & Vegas, S. (2014). Understanding replication of experiments in software engineering: A classification. *Information and Software Technology, vol.56*, 911-921.

Gómez, O., Ucán, J., & Gómez, G. (2013). Aplicación del proceso de experimentacón a la Ingeniería de Software. *Abstraction & Application, 8*, 26-37.

Gurevitch, J., & Hedges, L. (2001). *Meta-analysis: Combination results of independent experiments.*

Hurtado, C. (1994). *SISTEMA EDUCATIVO Nacional del Ecuador.* Quito.

Ihaka, R., & Gentleman, R. (1996). R: A Language and Environment for Statistical Computing. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 299-314.

Juristo, N., & Moreno, A. (2001). *Basics of Software Engineering Experimentation*. Boston: Kluwer Academic Publishers.

Lajara, J., & Pelegrí, J. (2011). *LabVIEW: Entorno gráfico de programación.* (2 ed.). Barcelona, España: Marcombo, S.A.

Méndez, R., & Alarcón, N. (2000). *Calidad y productividad en la docencia de la Educación Superior*. Universidad de Magallanes. Punta Arenas: Universidad de Magallanes.

Mon, A., Estayno, M., Serra, D., & Vinjoy, M. (2012). Experimentación en Ingeniería de Software. *XIV Workshop de Investigadores en Ciencias de la Computación*, (pág. 646). Buenos Aires.

Ohri, A. (2014). *R for Cloud Computing: An Approach for Data Scientists.* Delhi: Springer.

Otero, M. C., & Dolado, J. J. (2004). Evaluation of the comprehension of the dynamic modeling in UML. *Information and Software Technology, vol.46*(1), 35-53.

Perlman, G. (1997). Practical usability evaluation. *CHI'97*(SBN:0-89791-926-2), pp.168-169.

Priolo, S. (2009). *Métodos ágiles*. Buenos Aires: Users.

Reyes, D. (Julio de 2012). *El proceso Enseñanza Aprendizaje.*

Rumbaugh, J., Jaconson, I., & Booch, G. (2000). *El proceso unificado de desarrollo de software.* Addison Wesley.

Semplades, S. N. (2013). *buen vivir Plan Nacional 2013 - 2017.*

Shull, F., Carver, J., Travassos, G., Maldonado, J., Conradi, R., & Basili, R. (2003). *Replicated studies: Building a body of knoledge about software reading techniques.*

Sommerville, I. (2005). *Ingeniería del Software* (7 ed.). Madrid, España: Pearson Addison Wesley.

Teniente, E., Costal, D., & Sancho, M. (2004). *Especificación de sistemas software en UML*. (U. P. Catalunya, Ed.) Barcelona.

Tuya, P., Ramos, I., & Dolado, J. (2007). *Técnicas Cuantitativas para la Gestión en la Ingeniería de Software.* La Coruña, España: Netbiblo.

Van Solingen, R. B. (2002). *Goal question metric (gqm) approach.* Encyclopedia of Software Engineering.

Wakerly, J. (2001). *Diseño Digital principios y prácticas.* México, D. F. : Pearson.

Xhafa, F., & Cabellé, S. (2007). *Aplicaciones distribuidas en Java con tecnología RM*. Barcelona: Delta Publicaciones.

ANEXOS

Anexo A.

Tabla 34

Listado de estudiantes

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INFORMÁTICA Y ELECTRÓNICA
ESCUELA DE INGENIERÍA EN SISTEMAS

CONTROL DE ASISTENCIA A CLASES

PERÍODO ACADÉMICO:ABRIL 2015 - AGOSTO 2015
DOCENTE: GLADYS LORENA AGUIRRE
ASIGNATURA: PROYECTO INTEGRADOR II
PARALELO: A

No. Del estudiante	CÓDIGO	Alumnos
1	5130	Alumno 1
2	5140	Alumno 2
3	5268	Alumno 3
4	5433	Alumno 4
5	5474	Alumno 5
6	5570	Alumno 6
7	5634	Alumno 7
8	5767	Alumno 8
9	5782	Alumno 9
10	5787	Alumno 10
11	5844	Alumno 11
12	5859	Alumno 12
13	5880	Alumno 13
14	5887	Alumno 14
15	5896	Alumno 15
16	5897	Alumno 16
17	5910	Alumno 17
18	5911	Alumno 18
19	5913	Alumno 19
20	5919	Alumno 20
21	5920	Alumno 21
22	5938	Alumno 22
23	5959	Alumno 23
24	5961	Alumno 24
25	5964	Alumno 25

Anexo B. Tabla general con los datos recolectados

Tabla 35

Tabla general con los datos recolectados

Número Estudiante	Programa	Diagrama	Secuencia Grupo	Respuestas					Tiempos					Preguntas Correctas	Total Preguntas	Score	Tiempos en Segundos					segundos
				P1	p1	P3	P4	P5	Tp1	Tp2	Tp3	Tp4	Tp5									
1	Dictafone	Secuencia	1	c	d	c	c	b	0:02:30	0:01:00	0:01:57	0:01:43	0:01:56	2	5	0,4	150	60	117	103	116	546
1	Library	Colaboración	1	b	b	c	b	d	0:02:05	0:01:50	0:00:39	0:03:40	0:02:29	3	5	0,6	125	110	39	220	149	643
1	Dictafone	Colaboración	1	c	d	d	c	b	0:30:44	0:01:02	0:02:06	0:03:02	0:01:44	1	5	0,2	1844	62	126	182	104	2318
1	Library	Secuencia	1	c	d	c	b	c	0:01:02	0:01:45	0:00:50	0:02:40	0:01:27	2	5	0,4	62	105	50	160	87	464
2	Dictafone	Secuencia	2	c	d	a	a	a	0:01:45	0:02:09	0:02:32	0:01:56	0:01:32	2	5	0,4	105	129	152	116	92	594
2	Library	Colaboración	2	c	b	c	d	d	0:01:04	0:01:04	0:01:10	0:00:35	0:01:50	4	5	0,8	64	64	70	35	110	343
2	Dictafone	Colaboración	2	c	d	a	c	a	0:04:21	0:01:47	0:02:41	0:04:26	0:03:02	1	5	0,2	261	107	161	266	182	977
2	Library	Secuencia	2	a	b	c	c	d	0:01:13	0:01:06	0:00:57	0:01:16	0:02:07	3	5	0,6	73	66	57	76	127	399
3	Dictafone	Secuencia	1	c	d	b	c	a	0:01:28	0:01:31	0:01:46	0:01:21	0:01:25	1	5	0,2	88	91	106	81	85	451
3	Library	Colaboración	1	a	b	c	c	b	0:02:42	0:01:17	0:00:38	0:01:03	0:01:39	2	5	0,4	162	77	38	63	99	439
3	Dictafone	Colaboración	1	c	d	b	d	c	0:01:22	0:00:58	0:01:50	0:01:27	0:00:40	1	5	0,2	82	58	110	87	40	377
3	Library	Secuencia	1	c	b	d	a	d	0:00:33	0:01:44	0:01:22	0:00:24	0:01:22	4	5	0,8	33	104	82	24	82	325
4	Dictafone	Secuencia	2	c	a	a	c	c	0:01:03	0:01:33	0:02:45	0:00:13	0:00:23	1	5	0,2	63	93	165	13	23	357

CONTINÚA

4	Library	Colaboración	2	a	b	c	b	c	0:00:43	0:00:26	0:00:20	0:00:31	0:01:05	2	5	0,4	43	26	20	31	65	185
4	Dictafone	Colaboración	2	a	d	a	c	a	0:02:05	0:02:16	0:00:10	0:01:50	0:01:21	0	5	0	125	136	10	110	81	462
4	Library	Secuencia	2	d	d	c	b	d	0:01:36	0:00:13	0:00:15	0:00:38	0:00:18	2	5	0,4	96	13	15	38	18	180
5	Dictafone	Secuencia	1	c	a	b	c	c	0:05:22	0:04:08	0:01:00	0:01:03	0:01:36	1	5	0,2	322	248	60	63	96	789
5	Library	Colaboración	1	c	b	c	c	c	0:04:06	0:02:10	0:02:48	0:00:33	0:02:01	3	5	0,6	246	130	168	33	121	698
5	Dictafone	Colaboración	1	a	d	b	c	a	0:02:45	0:01:28	0:01:10	1:17:50	0:00:27	0	5	0	165	88	70	4670	27	5020
5	Library	Secuencia	1	b	d	c	c	d	0:04:12	0:01:32	0:02:01	0:02:32	0:02:48	2	5	0,4	252	92	121	152	168	785
6	Dictafone	Secuencia	1	a	d	a	c	a	0:01:36	0:01:25	0:02:03	0:01:14	0:00:44	0	5	0	96	85	123	74	44	422
6	Library	Colaboración	1	c	b	c	c	b	0:01:11	0:01:00	0:00:38	0:00:37	0:02:01	3	5	0,6	71	60	38	37	121	327
6	Dictafone	Colaboración	1	a	d	a	c	d	0:01:04	0:00:53	0:01:16	0:01:01	0:02:17	1	5	0,2	64	53	76	61	137	391
6	Library	Secuencia	1	b	b	c	b	c	0:00:37	0:00:58	0:00:29	0:00:38	0:00:47	2	5	0,4	37	58	29	38	47	209
7	Dictafone	Secuencia	2	c	d	a	c	c	0:01:30	0:01:28	0:03:15	0:01:05	0:02:33	1	5	0,2	90	88	195	65	153	591
7	Library	Colaboración	2	d	b	d	c	d	0:01:41	0:00:49	0:00:44	0:00:36	0:00:42	2	5	0,4	101	49	44	36	42	272
7	Dictafone	Colaboración	2	a	d	a	a	a	0:04:09	0:01:32	0:02:20	0:02:45	0:01:38	1	5	0,2	249	92	140	165	98	744
7	Library	Secuencia	2	d	d	d	a	c	0:01:17	0:01:35	0:00:59	0:01:40	0:00:58	1	5	0,2	77	95	59	100	58	389
8	Dictafone	Secuencia	2	b	d	a	c	a	0:02:09	0:00:49	0:01:35	0:00:45	0:00:25	0	5	0	129	49	95	45	25	343
8	Library	Colaboración	2	a	d	c	d	c	0:00:49	0:00:36	0:00:57	0:00:31	0:00:47	1	5	0,2	49	36	57	31	47	220
8	Dictafone	Colaboración	2	c	d	a	c	a	0:04:43	0:01:27	0:01:15	0:01:26	0:01:59	1	5	0,2	283	87	75	86	119	650
8	Library	Secuencia	2	d	b	c	c	c	0:04:11	0:00:59	0:01:01	0:01:14	0:01:08	2	5	0,4	251	59	61	74	68	513
9	Dictafone	Secuencia	1	d	d	a	a	c	0:04:18	0:02:03	0:01:25	0:02:19	0:00:35	1	5	0,2	258	123	85	139	35	640
9	Library	Colaboración	1	d	b	c	d	d	0:02:24	0:02:35	0:00:29	0:03:18	0:05:35	3	5	0,6	144	155	29	198	335	861
9	Dictafone	Colaboración	1	c	d	c	a	c	0:01:56	0:01:39	0:01:30	0:03:18	0:01:27	3	5	0,6	116	99	90	198	87	590

CONTINÚA

9	Library	Secuencia	1	d	d	c	c	c	0:01:30	0:00:50	0:00:46	0:00:27	0:00:30	1	5	0,2	90	50	46	27	30	243
10	Dictafone	Secuencia	2	c	d	a	c	d	0:02:45	0:01:00	0:02:06	0:00:50	0:01:19	2	5	0,4	165	60	126	50	79	480
10	Library	Colaboración	2	b	b	a	c	c	0:02:48	0:00:30	0:00:41	0:00:21	0:00:54	1	5	0,2	168	30	41	21	54	314
10	Dictafone	Colaboración	2	a	d	b	c	a	0:02:00	0:01:28	0:02:36	0:01:57	0:01:22	0	5	0	120	88	156	117	82	563
10	Library	Secuencia	2	b	c	d	c	b	0:02:23	0:01:52	0:00:18	0:00:50	0:01:48	0	5	0	143	112	18	50	108	431
11	Dictafone	Secuencia	1	a	d	a	c	c	0:02:08	0:01:01	0:00:56	0:01:37	0:01:26	0	5	0	128	61	56	97	86	428
11	Library	Colaboración	1	a	b	c	c	d	0:01:25	0:00:48	0:00:47	0:01:52	0:01:06	3	5	0,6	85	48	47	112	66	358
11	Dictafone	Colaboración	1	a	d	a	c	c	0:02:00	0:01:08	0:00:47	0:01:13	0:01:10	0	5	0	120	68	47	73	70	378
11	Library	Secuencia	1	c	b	c	b	d	0:01:07	0:00:32	0:00:34	0:01:20	0:01:02	4	5	0,8	67	32	34	80	62	275
12	Dictafone	Secuencia	2	c	d	a	c	c	0:01:05	0:00:28	0:00:41	0:01:47	0:00:45	1	5	0,2	65	28	41	107	45	286
12	Library	Colaboración	2	a	c	c	d	b	0:00:33	0:00:43	0:00:49	0:00:30	0:00:30	1	5	0,2	33	43	49	30	30	185
12	Dictafone	Colaboración	2	b	d	b	c	c	0:01:03	0:01:05	0:01:20	0:00:58	0:00:35	0	5	0	63	65	80	58	35	301
12	Library	Secuencia	2	a	b	c	c	d	0:00:21	0:00:35	0:00:24	0:00:34	0:01:11	3	5	0,6	21	35	24	34	71	185
13	Dictafone	Secuencia	2	c	d	b	a	d	0:01:18	0:01:17	0:01:53	0:03:07	0:00:35	3	5	0,6	78	77	113	187	35	490
13	Library	Colaboración	2	a	b	c	c	d	0:00:22	0:01:50	0:00:41	0:01:11	0:01:31	3	5	0,6	22	110	41	71	91	335
13	Dictafone	Colaboración	2	c	d	a	a	a	0:03:01	0:02:52	0:03:46	0:02:39	0:01:40	2	5	0,4	181	172	226	159	100	838
13	Library	Secuencia	2	a	d	c	d	a	0:09:20	0:02:00	0:01:00	0:00:29	0:01:00	1	5	0,2	560	120	60	29	60	829
14	Dictafone	Secuencia	1	b	d	b	c	a	0:03:00	0:00:55	0:01:34	0:01:00	0:00:47	0	5	0	180	55	94	60	47	436
14	Library	Colaboración	1	a	b	c	a	c	0:01:16	0:01:14	0:00:47	0:00:43	0:01:04	3	5	0,6	76	74	47	43	64	304
14	Dictafone	Colaboración	1	a	d	b	c	c	0:01:47	0:00:45	0:01:25	0:01:28	0:01:32	0	5	0	107	45	85	88	92	417
14	Library	Secuencia	1	a	b	c	c	c	0:01:19	0:00:04	0:00:33	0:00:36	0:01:29	2	5	0,4	79	04	33	36	89	241
15	Dictafone	Secuencia	1	d	d	d	c	c	0:02:40	0:01:33	0:01:26	0:01:15	0:01:20	0	5	0	160	93	86	75	80	494
15	Library	Colaboración	1	b	b	c	b	d	0:02:51	0:02:10	0:01:03	0:00:43	0:01:27	3	5	0,6	171	130	63	43	87	494
15	Dictafone	Colaboració	1	b	d	d	c	c	0:02:33	0:00:35	0:01:36	0:01:42	0:01:04	0	5	0	153	35	96	102	64	450

CONTINÚA

		n																			
15	Library	Secuencia	1	c	b	c	b	d	0:01:19	0:00:33	0:00:16	0:00:41	0:00:53	4	5	0,8	79	33	16	41	53	222
16	Dictafone	Secuencia	2	c	d	d	a	a	0:01:14	0:02:00	0:00:56	0:01:30	0:00:29	2	5	0,4	74	120	56	90	29	369
16	Library	Colaboración	2	c	b	c	c	d	0:01:25	0:00:31	0:00:22	0:00:26	0:00:41	4	5	0,8	85	31	22	26	41	205
16	Dictafone	Colaboración	2	a	d	d	b	a	0:02:18	0:01:18	0:01:14	0:01:19	0:01:02	0	5	0	138	78	74	79	62	431
16	Library	Secuencia	2	c	b	d	c	d	0:00:59	0:00:53	0:00:50	0:00:21	0:00:43	3	5	0,6	59	53	50	21	43	226
17	Dictafone	Secuencia	2	c	d	d	a	c	0:02:55	0:01:14	0:01:36	0:01:20	0:01:23	2	5	0,4	175	74	96	80	83	508
17	Library	Colaboración	2	d	b	c	d	c	0:02:06	0:00:58	0:00:43	0:00:29	0:01:08	2	5	0,4	126	58	43	29	68	324
17	Dictafone	Colaboración	2	c	d	a	a	c	0:04:09	0:01:55	0:03:50	0:01:40	0:02:33	2	5	0,4	249	115	230	100	153	847
17	Library	Secuencia	2	c	b	d	b	c	0:03:38	0:01:03	0:01:00	0:00:32	0:01:42	2	5	0,4	218	63	60	32	102	475
18	Dictafone	Secuencia	1	c	d	d	c	d	0:03:06	0:01:25	0:01:11	0:00:49	0:01:55	2	5	0,4	186	85	71	49	115	506
18	Library	Colaboración	1	c	b	b	b	a	0:02:05	0:03:07	0:00:18	0:01:50	0:01:05	2	5	0,4	125	187	18	110	65	505
18	Dictafone	Colaboración	1	c	d	a	c	a	0:01:42	0:01:01	0:01:01	0:02:02	0:02:41	1	5	0,2	102	61	61	122	161	507
18	Library	Secuencia	1	c	c	c	b	d	0:02:02	0:01:46	0:00:21	0:00:49	0:03:08	3	5	0,6	122	106	21	49	188	486
19	Dictafone	Secuencia	2	b	d	b	c	c	0:01:24	0:01:13	0:00:13	0:00:42	0:01:40	0	5	0	84	73	13	42	100	312
19	Library	Colaboración	2	b	d	c	d	d	0:00:40	0:00:40	0:00:57	0:01:21	0:00:31	2	5	0,4	40	40	57	81	31	249
19	Dictafone	Colaboración	2	b	d	c	a	b	0:09:48	0:04:41	0:01:44	0:02:10	0:02:23	2	5	0,4	588	281	104	130	143	1246
19	Library	Secuencia	2	c	b	d	c	d	0:01:21	0:00:51	0:02:05	0:00:49	0:01:24	3	5	0,6	81	51	125	49	84	390
20	Dictafone	Secuencia	2	c	d	b	c	a	0:01:05	0:00:38	0:00:34	0:00:52	0:00:23	1	5	0,2	65	38	34	52	23	212
20	Library	Colaboración	2	c	b	c	c	c	0:01:06	0:00:23	0:00:36	0:00:54	0:00:22	3	5	0,6	66	23	36	54	22	201
20	Dictafone	Colaboración	2	b	d	b	c	a	0:00:50	0:00:37	0:01:23	0:00:39	0:01:02	0	5	0	50	37	83	39	62	271
20	Library	Secuencia	2	a	b	c	c	c	0:01:05	0:01:02	0:00:25	0:00:16	0:00:42	2	5	0,4	65	62	25	16	42	210
21	Dictafone	Secuencia	1	b	d	b	c	a	0:00:30	0:03:22	0:02:09	0:01:33	0:00:50	0	5	0	30	202	129	93	50	504
21	Library	Colaboración	1	d	b	c	c	c	0:01:04	0:01:02	0:03:01	0:00:45	0:00:50	2	5	0,4	64	62	181	45	50	402

CONTINÚA

21	Dictafone	Colaboración	1	c	d	d	c	c	0:00:38	0:00:41	0:00:29	0:00:48	0:00:46	1	5	0,2	38	41	29	48	46	202
21	Library	Secuencia	1	c	b	c	b	c	0:01:00	0:00:49	0:00:33	0:00:22	0:00:37	3	5	0,6	60	49	33	22	37	201
22	Dictafone	Secuencia	1	c	d	a	b	c	0:02:14	0:01:11	0:01:21	0:01:22	0:01:12	1	5	0,2	134	71	81	82	72	440
22	Library	Colaboración	1	d	b	c	c	c	0:01:47	0:00:57	0:00:15	0:01:16	0:00:50	2	5	0,4	107	57	15	76	50	305
22	Dictafone	Colaboración	1	c	d	a	b	b	0:01:13	0:00:50	0:01:01	0:00:48	0:01:12	1	5	0,2	73	50	61	48	72	304
22	Library	Secuencia	1	c	b	c	b	c	0:00:40	0:01:31	0:00:30	0:00:23	0:00:20	3	5	0,6	40	91	30	23	20	204
23	Dictafone	Secuencia	2	a	d	a	c	c	0:02:04	0:01:00	0:00:32	0:01:43	0:00:43	0	5	0	124	60	32	103	43	362
23	Library	Colaboración	2	a	b	c	c	c	0:00:59	0:00:47	0:01:42	0:00:16	0:00:18	2	5	0,4	59	47	102	16	18	242
23	Dictafone	Colaboración	2	c	d	a	c	c	0:00:28	0:00:57	0:01:18	0:01:12	0:00:20	1	5	0,2	28	57	78	72	20	255
23	Library	Secuencia	2	c	b	d	a	b	0:01:15	0:00:20	0:00:34	0:00:38	0:00:56	3	5	0,6	75	20	34	38	56	223
24	Dictafone	Secuencia	1	a	d	c	c	a	0:05:23	0:01:11	0:00:19	0:00:55	0:00:08	1	5	0,2	323	71	19	55	08	476
24	Library	Colaboración	1	b	b	c	c	c	0:03:21	1:01:57	0:00:45	0:00:30	0:00:43	2	5	0,4	201	3717	45	30	43	4036
24	Dictafone	Colaboración	1	b	d	a	c	b	0:03:18	0:00:57	0:03:06	0:00:25	0:01:56	0	5	0	198	57	186	25	116	582
24	Library	Secuencia	1	b	d	c	b	d	0:02:08	0:00:42	0:00:20	0:01:06	0:00:35	2	5	0,4	128	42	20	66	35	291
25	Dictafone	Secuencia	2	a	d	a	c	a	0:00:49	0:00:49	0:01:06	0:00:35	0:00:22	0	5	0	49	49	66	35	22	221
25	Library	Colaboración	2	c	b	d	b	d	0:00:37	0:00:22	0:00:16	0:00:20	0:00:17	3	5	0,6	37	22	16	20	17	112
25	Dictafone	Colaboración	2	a	d	a	c	a	0:04:00	0:01:19	0:01:37	0:01:18	0:01:14	0	5	0	240	79	97	78	74	568
25	Library	Secuencia	2	b	b	a	b	d	0:01:11	0:20:59	0:00:48	0:10:56	0:00:38	2	5	0,4	71	1259	48	656	38	2072

Anexo C. Puntuación obtenido por cada estudiante en los diagramas

Tabla 36

Puntuación obtenido por cada estudiante en los diagramas

Sujeto	Programa	Score
1	Dictafone	0,4
2	Library	0,6
3	Dictafone	0,2
4	Library	0,4
5	Dictafone	0,4
6	Library	0,8
7	Dictafone	0,2
8	Library	0,6
9	Dictafone	0,2
10	Library	0,4
11	Dictafone	0,2
12	Library	0,8
13	Dictafone	0,2
14	Library	0,4
15	Dictafone	0
16	Library	0,4
17	Dictafone	0,2
18	Library	0,6
19	Dictafone	0
20	Library	0,4
21	Dictafone	0
22	Library	0,6
23	Dictafone	0,2
24	Library	0,4
25	Dictafone	0,2
26	Library	0,4
27	Dictafone	0,2
28	Library	0,2
29	Dictafone	0
30	Library	0,2
31	Dictafone	0,2
32	Library	0,4
33	Dictafone	0,2
34	Library	0,6
35	Dictafone	0,6
36	Library	0,2
37	Dictafone	0,4
38	Library	0,2
39	Dictafone	0
40	Library	0
41	Dictafone	0
42	Library	0,6
43	Dictafone	0
44	Library	0,8
45	Dictafone	0,2
46	Library	0,2
47	Dictafone	0
48	Library	0,6
49	Dictafone	0,6
50	Library	0,6
51	Dictafone	0,4
52	Library	0,2
53	Dictafone	0
54	Library	0,6
55	Dictafone	0
56	Library	0,4
57	Dictafone	0
58	Library	0,6
59	Dictafone	0
60	Library	0,8
61	Dictafone	0,4
62	Library	0,8
63	Dictafone	0
64	Library	0,6
65	Dictafone	0,4
66	Library	0,4
67	Dictafone	0,4
68	Library	0,4
69	Dictafone	0,4
70	Library	0,4
71	Dictafone	0,2
72	Library	0,6
73	Dictafone	0
74	Library	0,4
75	Dictafone	0,4
76	Library	0,6
77	Dictafone	0,2
78	Library	0,6
79	Dictafone	0
80	Library	0,4
81	Dictafone	0
82	Library	0,4
83	Dictafone	0,2
84	Library	0,6

CONTINÚA

85	Dictafone	0,2
86	Library	0,4
87	Dictafone	0,2
88	Library	0,6
89	Dictafone	0
90	Library	0,4
91	Dictafone	0,2
92	Library	0,6

93	Dictafone	0,2
94	Library	0,4
95	Dictafone	0
96	Library	0,4
97	Dictafone	0
98	Library	0,6
99	Dictafone	0
100	Library	0,4

Anexo D.

Tabla 37

Tipo de diagrama y puntuación

Sujeto	Diagrama	Score
1	Secuencia	0,4
2	Colaboración	0,6
3	Colaboración	0,2
4	Secuencia	0,4
5	Secuencia	0,4
6	Colaboración	0,8
7	Colaboración	0,2
8	Secuencia	0,6
9	Secuencia	0,2
10	Colaboración	0,4
11	Colaboración	0,2
12	Secuencia	0,8
13	Secuencia	0,2
14	Colaboración	0,4
15	Colaboración	0
16	Secuencia	0,4
17	Secuencia	0,2
18	Colaboración	0,6
19	Colaboración	0
20	Secuencia	0,4
21	Secuencia	0
22	Colaboración	0,6
23	Colaboración	0,2
24	Secuencia	0,4
25	Secuencia	0,2
26	Colaboración	0,4
27	Colaboración	0,2
28	Secuencia	0,2
29	Secuencia	0
30	Colaboración	0,2
31	Colaboración	0,2
32	Secuencia	0,4
33	Secuencia	0,2
34	Colaboración	0,6
35	Colaboración	0,6
36	Secuencia	0,2
37	Secuencia	0,4
38	Colaboración	0,2
39	Colaboración	0
40	Secuencia	0
41	Secuencia	0
42	Colaboración	0,6
43	Colaboración	0
44	Secuencia	0,8
45	Secuencia	0,2
46	Colaboración	0,2
47	Colaboración	0
48	Secuencia	0,6
49	Secuencia	0,6
50	Colaboración	0,6
51	Colaboración	0,4
52	Secuencia	0,2
53	Secuencia	0
54	Colaboración	0,6
55	Colaboración	0
56	Secuencia	0,4
57	Secuencia	0
58	Colaboración	0,6
59	Colaboración	0
60	Secuencia	0,8
61	Secuencia	0,4
62	Colaboración	0,8
63	Colaboración	0
64	Secuencia	0,6
65	Secuencia	0,4
66	Colaboración	0,4
67	Colaboración	0,4
68	Secuencia	0,4
69	Secuencia	0,4
70	Colaboración	0,4
71	Colaboración	0,2
72	Secuencia	0,6
73	Secuencia	0
74	Colaboración	0,4
75	Colaboración	0,4
76	Secuencia	0,6
77	Secuencia	0,2
78	Colaboración	0,6
79	Colaboración	0
80	Secuencia	0,4
81	Secuencia	0
82	Colaboración	0,4
83	Colaboración	0,2
84	Secuencia	0,6
85	Secuencia	0,2
86	Colaboración	0,4
87	Colaboración	0,2
88	Secuencia	0,6
89	Secuencia	0
90	Colaboración	0,4
91	Colaboración	0,2

CONTINÚA

92	Secuencia	0,6
93	Secuencia	0,2
94	Colaboración	0,4
95	Colaboración	0
96	Secuencia	0,4
97	Secuencia	0
98	Colaboración	0,6
99	Colaboración	0
100	Secuencia	0,4

Anexo E. Distribución de tiempo en segundos según el grupo al que pertenecen

Tabla 38

Distribución de tiempo en segundos según el grupo al que pertenecen.

Sujeto	Secuencia Grupo	Score
1	1	0,4
2	1	0,6
3	1	0,2
4	1	0,4
5	2	0,4
6	2	0,8
7	2	0,2
8	2	0,6
9	1	0,2
10	1	0,4
11	1	0,2
12	1	0,8
13	2	0,2
14	2	0,4
15	2	0
16	2	0,4
17	1	0,2
18	1	0,6
19	1	0
20	1	0,4
21	1	0
22	1	0,6
23	1	0,2
24	1	0,4
25	2	0,2
26	2	0,4
27	2	0,2
28	2	0,2
29	2	0
30	2	0,2
31	2	0,2
32	2	0,4
33	1	0,2
34	1	0,6
35	1	0,6
36	1	0,2
37	2	0,4
38	2	0,2
39	2	0
40	2	0
41	1	0
42	1	0,6
43	1	0
44	1	0,8
45	2	0,2
46	2	0,2
47	2	0
48	2	0,6
49	2	0,6
50	2	0,6
51	2	0,4
52	2	0,2
53	1	0
54	1	0,6
55	1	0
56	1	0,4
57	1	0
58	1	0,6
59	1	0
60	1	0,8
61	2	0,4
62	2	0,8
63	2	0
64	2	0,6
65	2	0,4
66	2	0,4
67	2	0,4
68	2	0,4
69	1	0,4
70	1	0,4
71	1	0,2
72	1	0,6
73	2	0
74	2	0,4
75	2	0,4
76	2	0,6
77	2	0,2
78	2	0,6
79	2	0
80	2	0,4
81	1	0
82	1	0,4
83	1	0,2
84	1	0,6
85	1	0,2
86	1	0,4
87	1	0,2
88	1	0,6
89	2	0

CONTINÚA

90	2	0,4
91	2	0,2
92	2	0,6
93	1	0,2
94	1	0,4
95	1	0
96	1	0,4
97	2	0
98	2	0,6
99	2	0
100	2	0,4

Anexo F. Distribución de tiempo en segundos según el programa.

Tabla 39

Distribución de tiempo en segundos según el programa.

Sujeto	Programa	Tiempo Total
1	Dictafone	546
2	Librería	643
3	Dictafone	2318
4	Librería	464
5	Dictafone	594
6	Librería	343
7	Dictafone	977
8	Librería	399
9	Dictafone	451
10	Librería	439
11	Dictafone	377
12	Librería	325
13	Dictafone	357
14	Librería	185
15	Dictafone	462
16	Librería	180
17	Dictafone	789
18	Librería	698
19	Dictafone	5020
20	Librería	785
21	Dictafone	422
22	Librería	327
23	Dictafone	391
24	Librería	209
25	Dictafone	591
26	Librería	272
27	Dictafone	744
28	Librería	389
29	Dictafone	343
30	Librería	220
31	Dictafone	650
32	Librería	513
33	Dictafone	640
34	Librería	861
35	Dictafone	590
36	Librería	243
37	Dictafone	480
38	Librería	314
39	Dictafone	563
40	Librería	431
41	Dictafone	428
42	Librería	358
43	Dictafone	378
44	Librería	275
45	Dictafone	286
46	Librería	185
47	Dictafone	301
48	Librería	185
49	Dictafone	490
50	Librería	335
51	Dictafone	838
52	Librería	829
53	Dictafone	436
54	Librería	304
55	Dictafone	417
56	Librería	241
57	Dictafone	494
58	Librería	494
59	Dictafone	450
60	Librería	222
61	Dictafone	369
62	Librería	205
63	Dictafone	431
64	Librería	226
65	Dictafone	508
66	Librería	324
67	Dictafone	847
68	Librería	475
69	Dictafone	506
70	Librería	505
71	Dictafone	507
72	Librería	486
73	Dictafone	312
74	Librería	249
75	Dictafone	1246
76	Librería	390
77	Dictafone	212
78	Librería	201
79	Dictafone	271
80	Librería	210
81	Dictafone	504
82	Librería	402
83	Dictafone	202
84	Librería	201
85	Dictafone	440
86	Librería	305
87	Dictafone	304
88	Librería	204

CONTINÚA

89	Dictafone	362
90	Librería	242
91	Dictafone	255
92	Librería	223
93	Dictafone	476
94	Librería	4036
95	Dictafone	582
96	Librería	291
97	Dictafone	221
98	Librería	112
99	Dictafone	568
100	Librería	2072

Anexo G. Distribución de tiempo en segundos según el tipo de diagrama

Tabla 40

Distribución de tiempo en segundos según el tipo de diagrama.

Numero	Diagrama	Tiempo Total
1	Secuencia	546
2	Colaboración	643
3	Colaboración	2318
4	Secuencia	464
5	Secuencia	594
6	Colaboración	343
7	Colaboración	977
8	Secuencia	399
9	Secuencia	451
10	Colaboración	439
11	Colaboración	377
12	Secuencia	325
13	Secuencia	357
14	Colaboración	185
15	Colaboración	462
16	Secuencia	180
17	Secuencia	789
18	Colaboración	698
19	Colaboración	5020
20	Secuencia	785
21	Secuencia	422
22	Colaboración	327
23	Colaboración	391
24	Secuencia	209
25	Secuencia	591
26	Colaboración	272
27	Colaboración	744
28	Secuencia	389
29	Secuencia	343
30	Colaboración	220
31	Colaboración	650
32	Secuencia	513
33	Secuencia	640
34	Colaboración	861
35	Colaboración	590
36	Secuencia	243
37	Secuencia	480
38	Colaboración	314
39	Colaboración	563
40	Secuencia	431
41	Secuencia	428
42	Colaboración	358
43	Colaboración	378
44	Secuencia	275
45	Secuencia	286
46	Colaboración	185
47	Colaboración	301
48	Secuencia	185
49	Secuencia	490
50	Colaboración	335
51	Colaboración	838
52	Secuencia	829
53	Secuencia	436
54	Colaboración	304
55	Colaboración	417
56	Secuencia	241
57	Secuencia	494
58	Colaboración	494
59	Colaboración	450
60	Secuencia	222
61	Secuencia	369
62	Colaboración	205
63	Colaboración	431
64	Secuencia	226
65	Secuencia	508
66	Colaboración	324
67	Colaboración	847
68	Secuencia	475
69	Secuencia	506
70	Colaboración	505
71	Colaboración	507
72	Secuencia	486
73	Secuencia	312
74	Colaboración	249
75	Colaboración	1246
76	Secuencia	390
77	Secuencia	212
78	Colaboración	201
79	Colaboración	271
80	Secuencia	210
81	Secuencia	504
82	Colaboración	402
83	Colaboración	202
84	Secuencia	201
85	Secuencia	440
86	Colaboración	305
87	Colaboración	304
88	Secuencia	204

CONTINÚA

89	Secuencia	362
90	Colaboración	242
91	Colaboración	255
92	Secuencia	223
93	Secuencia	476
94	Colaboración	4036
95	Colaboración	582
96	Secuencia	291
97	Secuencia	221
98	Colaboración	112
99	Colaboración	568
100	Secuencia	2072

Anexo H. Total del tiempo y al grupo que pertenecen

Tabla 41

Total del tiempo y al grupo que pertenecen.

Sujeto	Secuencia Grupo	Tiempo Total
1	1	546
2	1	643
3	1	2318
4	1	464
5	2	594
6	2	343
7	2	977
8	2	399
9	1	451
10	1	439
11	1	377
12	1	325
13	2	357
14	2	185
15	2	462
16	2	180
17	1	789
18	1	698
19	1	5020
20	1	785
21	1	422
22	1	327
23	1	391
24	1	209
25	2	591
26	2	272
27	2	744
28	2	389
29	2	343
30	2	220
31	2	650
32	2	513
33	1	640
34	1	861
35	1	590
36	1	243
37	2	480
38	2	314
39	2	563
40	2	431
41	1	428
42	1	358
43	1	378
44	1	275
45	2	286
46	2	185
47	2	301
48	2	185
49	2	490
50	2	335
51	2	838
52	2	829
53	1	436
54	1	304
55	1	417
56	1	241
57	1	494
58	1	494
59	1	450
60	1	222
61	2	369
62	2	205
63	2	431
64	2	226
65	2	508
66	2	324
67	2	847
68	2	475
69	1	506
70	1	505
71	1	507
72	1	486
73	2	312
74	2	249
75	2	1246
76	2	390
77	2	212
78	2	201
79	2	271
80	2	210
81	1	504
82	1	402
83	1	202
84	1	201
85	1	440
86	1	305
87	1	304

CONTINÚA

88	1	204
89	2	362
90	2	242
91	2	255
92	2	223
93	1	476
94	1	4036
95	1	582
96	1	291
97	2	221
98	2	112
99	2	568
100	2	2072

Anexo I. Codificación de los métodos:

Codificación de los métodos:

1. **Números Aleatorios**

```
randomGenerator<-function(e)
{MyN<-as.numeric(POST$n)
MyMean<-as.numeric(POST$mean)
Mysd<-as.numeric(POST$sd)
print(rnorm(MyN,MyMean,Mysd));}
printError<-function(e)
{ print(e$message); }
cat('<html><head><TITLE>Archivos de textos</TITLE>
        <meta http-equiv ="content-type" content = text/html; charset = iso-8859-1"><style type="text/css">
         body {color: purple;  background-color: #b5cdd6 }
          </style> <style type="text/css">
         body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }</style>
        <style type="text/css">
         body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }
        h1 { margin-left: -8%;}
         h2,h3,h4,h5,h6 { margin-left: -4%; }</style>
        </head><body><h2>
 <DIV ALIGN=center>NUMEROS ALEATORIOS</DIV>  </h2>
<form enctype="multipart/form-data" method="POST"
action="http://174.142.164.116/R/Aleato">
<br><h4> <DIV ALIGN=left>Ingrese el límite de los números a
generar</DIV>
  </h4>
N (límite):          <input type="text" name="n" /><br/>
Mean (media):<input type="text" name="mean" /><br/>
Sd (desviación estándar): <input type="text" name="sd" /> <br/>
```

```
<input type="submit" name="Upload">

</form></body></html>')

setContentType("text/html")

cat("<html><body><h5>  LOS NÚMEROS ALEATORIOS SON:   </h5>")

cat("</body></html>") cat("<pre>")

tryCatch(randomGenerator(),error=printError);
```

2. **Unir dos listas**

```
randomGenerator<-function(e)

{MyN<-as.numeric(POST$n)

MyMean<-as.numeric(POST$mean)

Mysd<-as.numeric(POST$sd)

print(seq(MyN,MyMean,Mysd));}

printError<-function(e)

{print(e$message);}

cat('<html><head>     <TITLE>Listas en R</TITLE>

<meta http-equiv ="content-type" content = text/html; charset = iso-8859-1">

<style type="text/css">

 body {     color: purple;     background-color: #b5cdd6 }  </style>

  <style type="text/css">  body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }

</style><style type="text/css">

  body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }

  h1 { margin-left: -8%;}  h2,h3,h4,h5,h6 { margin-left: -4%; }

</style></head><body>

<form enctype="multipart/form-data" method="POST"
action="http://174.142.164.116/R/Listas"><h4>

 <DIV ALIGN=left>Ingrese valores  Inicial, Final e Intervalo para generar las
listas</DIV>  </h4>

Valor Inicial de la lista :  <input type="text" name="n" /><br/>

Valor de Final de la Lista:<input type="text" name="mean" /><br/>

Valor de Intervalo de secuencia: <input type="text" name="sd" /> <br/>
```

```
<input type="submit" name="Upload">

</form> </body> </html>')

setContentType("text/html")

cat("<html><body><h5>  La lista Generada es:   </h5>")

cat("</body></html>") cat("<pre>")

tryCatch(randomGenerator(),error=printError);
```

3. **Cargar un Archivo.**

```
a<-function(e){

destination <- file.path('/var/www/html/R',FILES$FirstFile$name)

nombrefile<-FILES$FirstFile$name

file.copy(FILES$FirstFile$tmp_name,destination,overwrite=TRUE)

if (!is.null(FILES)){

cat("<html><body><h3>Nombre de Archivo</h2>")

cat("</body></html>")print(nombrefile);

x <- read.table(nombrefile,header=TRUE,sep=",",strip.white =
TRUE,na.strings = "EMPTY")

cat("<hr>\n")cat("<html><body><h3>Nombre de las Columnas</h2>")

cat("</body></html>")k<-names(x)

print(k)cat("<html><body><h2>                    Datos del Archivo</h2>")

cat("</body></html>") print(x);}}

printError<-function(e)

{print(e$message);}

cat('<html><head><TITLE>Archivos de textos</TITLE>

<meta http-equiv ="content-type" content = text/html; charset = iso-8859-1">

<style type="text/css">

  body { color: purple; background-color: #56b3ae  } </style>

  <style type="text/css"> body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }

</style><style type="text/css">  body { margin-left: 10%; margin-right:
10%; }

  h1 { margin-left: -8%;}  h2,h3,h4,h5,h6 { margin-left: -4%; }
```

</style></head><body>

<h2> <DIV ALIGN=center>Seleccionar el Archivo a Cargar y Visualizar Datos</DIV> </h2>

<form enctype="multipart/form-data" method="POST" action="http://174.142.164.116/R/PruebaCargar">

<input type="file" name="FirstFile"><input type="submit" name="Upload"> </form> </body> </html>')

setContentType("text/html") tryCatch(a(),error=printError);

4. Análisis Visual.

a<-function(e)

{a <- list.files(path = '/var/www/html/R', pattern = "uml.*$")

a1 <- list.files(pattern='..*\\.csv', recursive=TRUE,full.names = TRUE)

columna1 <- try(as.character(POST$A))

columna2 <- try(as.character(POST$B))

columna3 <- try(as.character(POST$C))

columna4 <- try(as.character(POST$D))

tmp1<-columna1 tmp2<-columna2 tmp3<-columna3 tmp4<-columna4

data1 <- read.csv(a1, colClasses=c("segs"="numeric"))

cat("<html><body><h3> Nombres de las Columnas de acuerdo a la lista</h2>")

cat("</body></html>") k<-names(data1)

print(k) # lista solo los campos

your.aov =
aov(data1[[tmp1]]~data1[[tmp2]]+data1[[tmp3]]*data1[[tmp4]],data=data1)

cat("<html><body><h3> Resultados de ANOVA</h2>")

cat("</body></html>")print(summary(your.aov));

std_resid_score<-rstandard(your.aov) predictions_score<-fitted(your.aov)

png("/var/www/html/Proyecto/Imagenes/QQp3.png")
qqnorm(std_resid_score, pch=16)

dev.off();

png("/var/www/html/Proyecto/Imagenes/plot5.png")

par(mfrow=c(1,3))

```
qqplot(predictions_score,std_resid_score ,cex.lab=2,cex.axis=1.5)

dev.off(); }

printError<-function(e)

{print(e$message);}

cat(' <html> <head><TITLE>Archivos de textos</TITLE>

<meta http-equiv ="content-type" content = text/html; charset = iso-8859-1">

<style type="text/css">

 body {  color: purple; background-color: #56b3ae  }

 </style>  <style type="text/css"> body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; } </style> <style type="text/css">

 body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }

 h1 { margin-left: -8%;}  h2,h3,h4,h5,h6 { margin-left: -4%; }

</style></head> <body>  <h2>

 <DIV ALIGN=center>Calcular ANOVA</DIV>  </h2>

<form enctype="multipart/form-data" method="POST"
action="http://174.142.164.116/R/Anova">

<br> Ingrese nombres de las columnas

Variable Dependiente:  <input type="text" name="A" value="" /><br/>

Sujetos (Grupos):  <input type="text" name="B" value="" /><br/>

Factores  :

Artefactos:  <input type="text" name="C" value="" /><br/>

Aplicaciones:  <input type="text" name="D" value="" /><br/>

<input type="submit" name="Submit"></form>

</body> </html>')

setContentType("text/html")

tryCatch(a(),error=printError);
```

5. **Análisis descriptivo**

```
a<-function(e)

{a <- list.files(path = '/var/www/html/R', pattern = "uml.*$")

a1 <- list.files(pattern='..*\\.csv', recursive=TRUE,full.names = TRUE)
```

```
columna1 <- try(as.character(POST$A))

columna2 <- try(as.character(POST$B))

tmp1<-columna1 tmp2<-columna2 cat("<hr>\n")

data1 <- read.csv(a1, colClasses=c("segs"="numeric"))

cat("<html><body>

                                    <h3> Nombres de las Columnas de acuerdo a la
lista</h2>")

cat("</body></html>") k<-names(data1)print(k) print(a);

library(psych) a<-describeBy(data1[[tmp1]],data1[[tmp2]])

cat("<html><body><h3> Los descriptivos de cada una de las Variable
Independiente ingresada son: </h2>")

cat("</body></html>") print(a);}

printError<-function(e){}

cat('<html><head>     <TITLE>Archivos de textos</TITLE>

<meta http-equiv ="content-type" content = text/html; charset = iso-8859-1">

<style type="text/css">  body { color: purple;

    background-color: #56b3ae  } </style>  <style type="text/css">

  body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; } </style>

<style type="text/css">

  body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }  h1 { margin-left: -8%;}

  h2,h3,h4,h5,h6 { margin-left: -4%; } </style> </head> <body> <h2>

 <DIV ALIGN=center>Calcular los descriptivos de la variable
Independiente</DIV> </h2>

<form enctype="multipart/form-data" method="POST"
action="http://174.142.164.116/R/describe"> <br>  <h2>

 <DIV ALIGN=left>Ingrese nombres de las Variables</DIV>  </h2>

Variable Independiente:  <input type="text" name="B" value="" /><br/>
Variable Dependiente:  <input type="text" name="A" value="" /><br/>

<input type="submit" name="Submit"> </form> </body> </html>')

setContentType("text/html") cat("<pre>") tryCatch(a(),error=printError);
```

6. Anova.

```
a<-function(e){ a <- list.files(path = '/var/www/html/R', pattern = "uml.*$")

a1 <- list.files(pattern='..*\\.csv', recursive=TRUE,full.names = TRUE)

columna1 <- try(as.character(POST$A))

columna2 <- try(as.character(POST$B))

columna3 <- try(as.character(POST$C))

columna4 <- try(as.character(POST$D))

tmp1<-columna1 tmp2<-columna2 tmp3<-columna3 tmp4<-columna4

data1 <- read.csv(a1, colClasses=c("segs"="numeric"))

cat("<html><body>

                    <h3> Nombres de las Columnas de acuerdo a la lista</h2>")

cat("</body></html>") k<-names(data1)print(k) # lista solo los campos

your.ao<-aov(
data1[[tmp1]]~data1[[tmp2]]+data1[[tmp3]]*data1[[tmp4]],data=data1)

cat("<html><body><h3> Resultados de ANOVA</h2>")

cat("</body></html>") print(summary(your.aov));

std_resid_score<-rstandard(your.aov) predictions_score<-fitted(your.aov)

png("/var/www/html/Proyecto/Imagenes/QQp3.png")

qqnorm(std_resid_score, pch=16)

dev.off();

png("/var/www/html/Proyecto/Imagenes/plot5.png")  par(mfrow=c(1,3))

 qqplot(predictions_score,std_resid_score          ,cex.lab=2,cex.axis=1.5)
dev.off();}

printError<-function(e) {}
```

```
cat('<html> <head><TITLE>Archivos de textos</TITLE>

<meta http-equiv ="content-type" content = text/html; charset = iso-8859-1">

<style type="text/css">  body {    color: purple;    background-color: #56b3ae  }

  </style>  <style type="text/css">

  body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; } </style>

<style type="text/css">   body { margin-left: 10%; margin-right: 10%; }

  h1 { margin-left: -8%;}  h2,h3,h4,h5,h6 { margin-left: -4%; } </style>

</head> <body>  <h2>  <DIV ALIGN=center>Calcular ANOVA</DIV>

  </h2><form enctype="multipart/form-data" method="POST" action="http://174.142.164.116/R/Anova">  <br>  Ingrese nombres de las columnas  Variable Dependiente:  <input type="text" name="A" value="" /><br/>

Sujetos (Grupos):  <input type="text" name="B" value="" /><br/>

Factores  :

Artefactos:  <input type="text" name="C" value="" /><br/>

Aplicaciones:  <input type="text" name="D" value="" /><br/>

<input type="submit" name="Submit">

</form></body></html>') setContentType("text/html")

tryCatch(a(),error=printError);
```

Anexo J. Instrumento de usabilidad

Herramienta R

Practical Heuristics for Usability Evaluation

BASED ON : Perlman, G. (1997) Practical Usability Evaluation. Based in part on Nielsen's 1993 Heuristics and Norman's 1990 Principles. | ABOUT quest.cgi

Please rate system using the heuristics.

- RESPOND TO ALL .
- FOR NA USE: NA
- FILL REQUIRED : SYSTEM : EMAILTO :
- ADDCOMMENT
- TO SUBMIT: SUBMIT

		1	2	3	4	5	6	7		NA
LEARNING										
1. Help and Documentation Design for use without documentation. Provide easy-to-use task-oriented help	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
2. Adopt the User's Viewpoint Speak the user's language (avoid jargon). Make use of existing knowledge (familiar mental models).	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
3. Simple and Natural Dialogue Avoid extraneous information, steps, actions. Information should be in a logical, natural order.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
4. Design for Advancement Provide shortcuts (quick keys, customization).	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
ADAPTING TO THE USER		1	2	3	4	5	6	7		NA
5. Provide Maps and a Trail Give the user a way to preview where to go, what will happen. Give the user a way to review / return-to previous contexts.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
6. Show the User What is (Not) Possible Provide affordances to indicate what can be done.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
7. Intuitive Mappings Design good response compatibility between controls/actions.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
8. Minimize Memory Load Remove the need to remember across dialogues. Provide multiple views for easy comparisons.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
9. Consistency in the System and to Standards Make sure the same term/action has one meaning. When there is no better way, conform to a standard.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
FEEDBACK AND ERRORS		1	2	3	4	5	6	7		NA
10. Feedback Provide timely feedback about all processes, system status.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
11. Prevent Errors Make it difficult to make errors.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
12. Error Messages Diagnose the source and cause of a problem and suggest a solution.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
13. Clearly Marked Exits and Error Recovery Make sure the user can get out of an undesirable state easily. Design assuming that people will make errors and need to recover previous states.	BAD	○	○	○	○	○	○	○	GOOD	○
		1	2	3	4	5	6	7		NA

Herramienta “Analice”

Practical Heuristics for Usability Evaluation

BASED ON : Perlman, G. (1997) Practical Usability Evaluation. Based in part on Nielsen's 1993 Heuristics and Norman's 1990 Principles. | ABOUT quest.cgi

Please rate **system** using the heuristics.

- **RESPOND TO ALL** .
- **FOR NA USE: NA**
- **FILL REQUIRED : SYSTEM : EMAILTO :**
- **ADDCOMMENT**
- **TO SUBMIT: SUBMIT**

LEARNING		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**		**NA**
1. Help and Documentation Design for use without documentation. Provide easy-to-use task-oriented help	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
2. Adopt the User's Viewpoint Speak the user's language (avoid jargon). Make use of existing knowledge (familiar mental models).	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
3. Simple and Natural Dialogue Avoid extraneous information, steps, actions. Information should be in a logical, natural order.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
4. Design for Advancement Provide shortcuts (quick keys, customization).	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
ADAPTING TO THE USER		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**		**NA**
5. Provide Maps and a Trail Give the user a way to preview where to go, what will happen. Give the user a way to review / return-to previous contexts.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
6. Show the User What is (Not) Possible Provide affordances to indicate what can be done.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
7. Intuitive Mappings Design good response compatibility between controls/actions.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
8. Minimize Memory Load Remove the need to remember across dialogues. Provide multiple views for easy comparisons.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
9. Consistency in the System and to Standards Make sure the same term/action has one meaning. When there is no better way, conform to a standard.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
FEEDBACK AND ERRORS		**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**		**NA**
10. Feedback Provide timely feedback about all processes, system status.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
11. Prevent Errors Make it difficult to make errors.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
12. Error Messages Diagnose the source and cause of a problem and suggest a solution.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
13. Clearly Marked Exits and Error Recovery Make sure the user can get out of an undesirable state easily. Design assuming that people will make errors and need to recover previous states.	**BAD**	○	○	○	○	○	○	○	**GOOD**	○
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**		**NA**

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y VINCULACIÓN CON LA COMUNIDAD

MAESTRÍA EN INGENIERÍA DE SOFTWARE

CERTIFICACIÓN

Se certifica que el presente trabajo fue desarrollado por la Sra. **ING. GLADYS LORENA AGUIRRE SAILEMA**, bajo nuestra supervisión.

En la ciudad de Latacunga, a los **3 días del mes de junio del 2016.**

Omar Salvador Gómez Gómez. Ph.D.

DIRECTOR

Aprobado por:

Ing. Franklin Montaluisa

DIRECTOR PROGRAMA

Dr. Rodrigo Vaca

SECRETARIO ACADÉMICO