

# PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

## FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA  
**UNIVERSIDAD  
CATÓLICA**  
DEL PERÚ

### STADCORE - HERRAMIENTA ESTADÍSTICA MODULAR: UNA ORIENTACIÓN A LA CONSTRUCCIÓN Y ANÁLISIS DE TESTS PSICOLÓGICOS

Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático, que presentan los  
bachilleres:

**James David Tapia Alvarez**

**Daniel Ricardo Chávez Tapia**

**ASESOR: Jose Antonio Pow Sang Portillo**

Lima, 21 enero del 2011

## RESUMEN

Las herramientas de software estadísticas existentes en el mercado y construidas especialmente para un área específica de estudio son muy pocas, debido a que resultaría muy costoso para el fabricante de software producir, de manera independiente, una herramienta orientada a cada área de estudio dada la diversidad de éstas. Estos costos serían trasladados hacia el usuario final y no harían rentable su producción. Es por esta razón que se opta por construir herramientas estadísticas genéricas que abarquen grandes áreas de conocimiento e incluyan un amplio conjunto de funcionalidades, llegando a cubrir de este modo la mayor parte de las necesidades de los usuarios.

Sin embargo, lo anterior en ocasiones no es suficiente, ya que suelen haber pasos previos o posteriores a los cálculos estadísticos (por ejemplo; obtención, tabulación y cuadro de datos, presentación de resultados en determinado formato, etc.) que éstas herramientas de software no contemplan del todo y deben de ser realizadas aparte, ya sea con otras aplicaciones o bien de forma manual. La construcción de tests psicológicos y el análisis de sus resultados son un buen ejemplo: la construcción del test y la recolección de los resultados se realizan de forma manual, y los resultados tienen que ser transcritos para poder ser analizados en una herramienta adecuada, con la probabilidad de cometer errores.

Frente a estas limitaciones se plantea un nuevo modelo de solución, el cual consiste de una herramienta de software que implemente funciones básicas, en este caso funciones estadísticas, y cuya ventaja respecto a otras herramientas de software consiste en su capacidad de escalabilidad y reutilización del software base a través de la construcción de módulos de software externos especializados y orientados a una o varias áreas específicas de estudio. Estos módulos externos pueden aprovechar las funciones estadísticas básicas de la herramienta de software base mediante interfaces de comunicación definidas, permitiendo así adaptar la funcionalidad de la herramienta de acuerdo a las necesidades del usuario. Este modelo brindará a la herramienta de software una flexibilidad superior a las actualmente existentes en el mercado.

La construcción de tests psicológicos es un área de estudio en la que las herramientas de software disponibles son escasas y de difícil adquisición; ello constituye una oportunidad de mejora que puede ser aprovechada por la herramienta de software planteada. Por consiguiente, y también como prueba de concepto de la solución propuesta, se implementa un módulo orientado a la construcción y administración de tests que automatizará sus procesos de carácter mecánico maximizando el tiempo de respuesta.

La presente tesis se desarrolló utilizando UML (Unified Modeling Language) como lenguaje de modelado, RUP (Rational Unified Process) como guía para el proceso de desarrollo del software y Six Sigma (metodología de mejora de procesos) para alcanzar un nivel deseado en la mejora de los procesos implementados.



DEDICATORIAS

*A mis padres y hermanos, que siempre me apoyaron en el logro de mis objetivos.*

**James Tapia**

*A mis padres, por su apoyo incondicional, sin el cual nada de esto hubiera sido posible.*

**Ricardo Chavez**



## AGRADECIMIENTOS

*A la Pontificia Universidad Católica del Perú, por los conocimientos recibidos durante nuestros años de estudios universitarios.*

*Al profesor José Antonio Pow Sang Portillo, nuestro asesor, por sus consejos y todo su apoyo en el desarrollo de este trabajo de tesis.*

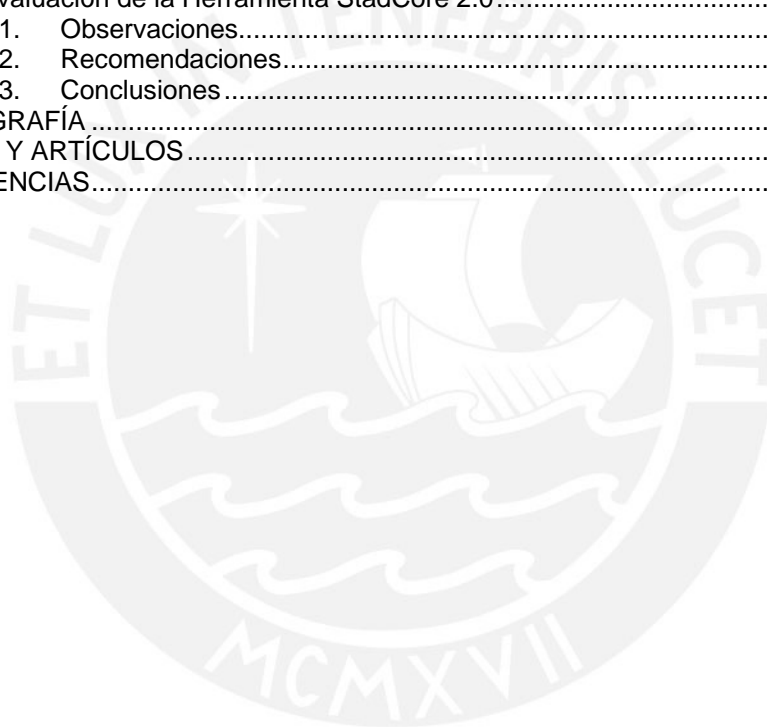
*A Cesar Cayetano y Koenig Rojas, con quienes tuvimos el honor de trabajar en la primera versión del presente proyecto.*

*A la facultad de Psicología de la PUCP, en especial al profesor Alex Dávila, por su orientación en los temas de psicología y construcción de tests.*

## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL.....	1
ÍNDICE DE FIGURAS.....	3
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS.....	4
INTRODUCCIÓN.....	1
1. Marco Conceptual.....	4
1.1. Estadística.....	5
1.1.1. Análisis Estadístico.....	5
1.1.2. Análisis Descriptivo de la Información.....	5
1.1.3. Gráficos de Estadística Descriptiva.....	6
1.2. Psicometría.....	7
1.2.1. Clasificación.....	7
1.2.2. Elaboración de Tests Psicológicos.....	8
1.2.3. Análisis de Ítems.....	10
1.2.4. Confiabilidad y Validez.....	10
1.2.5. Normas y Baremos.....	11
1.2.6. Administración Computarizada de Tests.....	13
1.3. Trabajo Colaborativo.....	16
1.3.1. Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora.....	16
1.4. Metodologías y Recursos Informáticos Usados Para el Desarrollo de la Herramienta StadCore 2.0.....	17
1.4.1. Metodologías en el Análisis del Problema.....	17
1.4.2. Metodologías y Herramientas Utilizadas en la Elaboración de la Solución.....	20
1.4.3. Recursos Informáticos Aplicables.....	22
2. Problemática, Análisis y Solución Propuesta.....	24
2.1. Dominio del Problema.....	24
2.2. Características del Entorno.....	25
2.3. Objetivo de la Solución.....	25
2.4. Objetivos Específicos.....	26
2.4.1. Persistencia de Datos.....	26
2.4.2. Soporte Estadística Gráfica.....	27
2.4.3. Módulo de Elaboración y Corrección de Tests.....	27
2.4.4. Módulo de Trabajo en Línea.....	28
2.5. Análisis de la Solución.....	28
2.5.1. Planificación de la Mejora del Proceso de Corrección de Tests.....	28
2.6. Herramientas de Software Existentes en el Mercado.....	36
2.6.1. Aplicaciones Estadísticas-Gráficas Expansibles.....	36
2.6.2. Aplicaciones Orientadas al Desarrollo de Test.....	38
2.6.3. Aplicaciones de Trabajo Compartido.....	39
2.7. StadCore 2.0 y otras Herramientas del Mercado.....	40
2.7.1. Características Faltantes de las Herramientas del Mercado.....	41
3. Análisis de la Herramienta StadCore 2.0.....	43
3.1. Casos de Uso.....	43
3.1.1. Especificación de los Actores.....	44
3.2. Diagramas de Casos de Uso.....	45
3.3. Diagrama de Clases de Análisis.....	50
3.3.1. Diagrama de Clases de Análisis de Gráficos.....	50
3.3.2. Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Test.....	52
3.3.3. Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Trabajo en Línea.....	53
4. Diseño y Construcción de la herramienta StadCore 2.0.....	55
4.1. Arquitectura de la Herramienta.....	56
4.1.1. Diagrama de Paquetes.....	56
4.1.2. Diagrama de Componentes.....	57
4.2. Diagramas de Secuencias.....	58
4.2.1. Diagramas de Secuencias del Núcleo.....	59
4.2.2. Diagramas de Secuencias del Módulo de Test.....	62

4.2.3. Diagramas de Secuencias del Módulo de Trabajo en Línea .....	62
4.3. Diseño de la Interfaz de Usuario .....	63
4.3.1. Estructura de Menús .....	63
4.3.2. Pantallas Principales de la Herramienta .....	65
4.4. Implementación .....	68
4.4.1. Lenguaje de Programación .....	68
4.4.2. Herramientas .....	68
4.4.3. Extensiones .....	69
4.5. Desarrollo de las Principales Funcionalidades .....	70
4.5.1. Generación de Gráficos .....	70
4.5.2. Manejo de Archivos .....	74
4.5.3. Manejo de Proyectos de Test .....	77
4.5.4. Trabajo en Línea .....	78
4.6. Diseño de los Casos de Prueba .....	80
5. Observaciones, Conclusiones y Recomendaciones .....	86
5.1. Observaciones .....	87
5.2. Conclusiones .....	87
5.3. Recomendaciones .....	89
5.4. Evaluación de la Herramienta StadCore 2.0 .....	89
5.4.1. Observaciones .....	89
5.4.2. Recomendaciones .....	90
5.4.3. Conclusiones .....	90
BIBLIOGRAFÍA .....	91
LIBROS Y ARTÍCULOS .....	91
REFERENCIAS .....	92



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Proceso de elaboración de tests psicológicos .....	10
Figura 1-2: El Ciclo Shewhart/Deming.....	19
Figura 1-3: Las dos dimensiones de RUP: disciplinas y fases .....	21
Figura 2-1: Macroproceso de Psicometría.....	29
Figura 2-2: Diagrama de flujo de la transcripción de resultados del test.....	30
Figura 2-3: Diagrama de Tendencias - Tiempo de demora para transcribir el puntaje de un ítem, por ítem.....	31
Figura 2-4: Diagrama de Tendencias - Tiempo de demora para transcribir el puntaje de un ítem, por sujeto .....	32
Figura 2-5: Diagrama de Tendencias - Porcentaje de transcripciones correctas, por sujeto.....	32
Figura 2-6: Work Breakdown Structure.....	34
Figura 2-7: Diagrama causa-efecto del proceso de transcripción de resultados .....	36
Figura 3-1: Actores de la herramienta StadCore 2.0 .....	44
Figura 3-2: Diagrama de Casos de Uso del Núcleo .....	45
Figura 3-3: Diagrama de Casos de Uso del Núcleo - Parte Gráfica.....	46
Figura 3-4: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Psicometría .....	47
Figura 3-5: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Test.....	48
Figura 3-6: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Trabajo en Línea .....	49
Figura 3-7: Diagrama de Clases de Análisis de Gráficos .....	51
Figura 3-8: Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Test.....	53
Figura 3-9: Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Trabajo en Línea .....	54
Figura 4-1: Diagrama de Paquetes.....	56
Figura 4-2: Diagrama de Componentes.....	57
Figura 4-3: Diagrama de Secuencias - Selección de Gráficos .....	59
Figura 4-4: Diagrama de Secuencias - Editar Gráficos .....	61
Figura 4-5: Diagrama de Secuencias - Construir test.....	62
Figura 4-6: Diagrama de Secuencias - Transmitir cambios.....	63
Figura 4-7: Estructura de menús de gráficos del núcleo .....	64
Figura 4-8: Estructura de menús de los módulos de test y trabajo en línea .....	65
Figura 4-9: Pantalla principal de la herramienta .....	65
Figura 4-10: Pantalla de Edición de Gráficos .....	66
Figura 4-11: Pantalla Construcción de test.....	67
Figura 4-12: Pantalla Controlar trabajo en línea .....	67
Figura 4-13: Diagrama de flujo del algoritmo de edición y generación de gráficos.....	73
Figura 4-14: Archivo de equivalencias entre formulas de Excel y de StadCore.....	76
Figura 4-15: Contenido del archivo de certificado creado por el módulo de trabajo en línea. ...	79
Figura 4-16: Diagrama de flujo para la transmisión de cambios en una sesión de trabajo en línea .....	80



## ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Tabla 1-2: Otros significados de Six Sigma (Harry 1998 y McFadden 1993).....	18
Tabla 2-1: Cuadro comparativo de las Herramientas Evaluadas .....	41
Tabla 3-1: Definiciones de Diagrama de Clases de análisis de gráficos.....	52
Tabla 4-1: Paquetes de la herramienta con sus componentes .....	58
Tabla 4-2: Descripción de los componentes de la herramienta.....	58



## INTRODUCCIÓN

El uso de aplicaciones informáticas se ha vuelto cada vez más necesario, sobre todo las que automatizan procesos y cálculos especializados y que están orientadas a una área de estudio específica. Su importancia radica en que las aplicaciones especializadas, al automatizar determinados procesos, pueden reducir costos de tiempo para quienes las usan e incrementar la calidad de los procesos automatizados. Desafortunadamente, una aplicación que esté orientada a un área de estudio específica es difícil de conseguir y se tiene que recurrir a herramientas o técnicas auxiliares o de soporte que realicen procesos por separado y no de manera unificada..

La herramienta de software StadCore desarrollada en el presente trabajo es la culminación del proyecto iniciado por un equipo de 4 integrantes en el curso de pregrado Desarrollo de Programas 1 (Ciclo 2005-I) de la carrera de Ingeniería Informática. Originalmente el proyecto se llamó “Herramienta StadCore – Núcleo Estadístico y Expansible Aplicado en la Psicometría” y cubrió requerimientos base como la implementación de un núcleo estadístico, la implementación de una hoja de datos, el manejo de fórmulas y la creación de estándares que permitieran la comunicación entre el núcleo y módulos de software externos. El proyecto también incluyó la creación de los módulos de psicometría y test (sólo funcionalidades básicas), a modo de prueba de concepto para los módulos de software externos.

Luego, el proyecto fue presentado como tema de tesis, del cual se desprendieron dos sub temas. El primero, llamado “StadCore - Herramienta Estadística Modular: Una Orientación a los Procesos de Confiabilidad y Análisis de Psicometría” [CAY 2007] (presentada por Koenig Rojas y César Cayetano), enfocó su desarrollo en la explotación de los requerimientos propios del análisis psicométrico, automatizando los procesos de cálculo como el análisis factorial por componentes y el análisis de confiabilidad. Además, se agregó funcionalidad al núcleo estadístico mediante el manejo de macros (instrucciones que permiten automatizar el trabajo sobre la hoja de datos). A esta primera versión en adelante la llamaremos StadCore 1.0.

El presente trabajo corresponde al segundo sub tema, llamado “StadCore - Herramienta Estadística Modular: Una Orientación a la Construcción y Análisis de Tests Psicológicos”, y orientado a automatizar la construcción y análisis de test psicológicos, complementando, de esta manera, el manejo de datos para el módulo de psicometría. Además, la funcionalidad de núcleo estadístico es ampliada con el manejo de gráficos estadísticos. Se desarrolla, adicionalmente, el módulo de trabajo en línea, que permite compartir la hoja de datos entre varios usuarios para realizar tareas colaborativas. Otras características desarrolladas son el cálculo de normas y baremos como complemento del análisis psicométrico, y el manejo de un formato propio de archivos. A esta segunda versión la llamaremos en adelante StadCore 2.0.

En los capítulos que se presentan en éste documento se describe el trabajo realizado para implementar la herramienta StadCore 2.0.

En el primer capítulo se presenta el marco teórico necesario con el fin de comprender los conceptos con los cuales se están trabajando. Estos conceptos están relacionados a la estadística como base de la psicometría, a la representación gráfica de datos estadísticos, a los procesos de elaboración de test psicológicos y al análisis de normas y baremos. También se presentan las metodologías y recursos informáticos utilizados para el desarrollo de la herramienta StadCore 2.0.

En el segundo capítulo se describe el escenario problema, el cual motivó al desarrollo del presente proyecto. Aquí es donde se desarrolla la planificación de la mejora del proceso según la metodología de mejora de procesos Six Sigma, con la cual se identifican las causas del problema que el presente trabajo de tesis pretende resolver. También se explica los objetivos de la solución, objetivos específicos (requerimientos propuestos) y su análisis. Finalmente, se listan y comparan las herramientas de software disponibles en el mercado.

El tercer capítulo corresponde a la etapa de análisis de la herramienta StadCore 2.0. Se exponen, en base a los requerimientos, los diagramas de análisis UML (casos de uso y clases de análisis) con los cuales se podrá modelar dichos requerimientos.

El cuarto capítulo corresponde a las etapas de diseño y construcción de la herramienta StadCore 2.0. Aquí se explica la estructura propuesta mediante los diagramas de diseño UML (arquitectura, secuencias, componentes y despliegue) con las cuales se elaboran las especificaciones del prototipo que conducen a implementar las principales funcionalidades propuestas.

Finalmente, en el quinto capítulo se exponen las conclusiones, recomendaciones y observaciones que servirán para posibles ampliaciones.



## 1. Marco Conceptual

En este primer capítulo, se presenta el marco teórico necesario con el fin de conocer la base sobre la que se desarrolla la presente tesis.

En principio se presenta un breve resumen teórico de los fundamentos estadísticos y sus representaciones gráficas en que se basa el desarrollo del presente trabajo de tesis.

Luego, se presenta el estudio de la psicometría con el fin de entender el tema en discusión para luego explicar el desarrollo de un proyecto de elaboración de Test psicológicos y el uso de normas y baremos como parte del análisis en psicometría.

De esta manera se podrá entender el entorno del problema, el objetivo de la herramienta StadCore 2.0 y la solución planteada.

Finalmente, se exponen brevemente las secciones correspondientes a las herramientas y metodologías usadas para desarrollar el presente trabajo.

El análisis estadístico de la psicometría no se trata en el presente trabajo al estar explicados con mayor detalle en la documentación de StadCore 1.0 [CAY 2007].

## 1.1. Estadística

La estadística se puede definir de muchas formas; en el diccionario podemos encontrar que la estadística es "la ciencia que se ocupa de la colección, clasificación, análisis e interpretación de los hechos o datos numéricos". Una definición más formal la encontramos en los libros de estadística y nos dice que la estadística se puede definir como la ciencia de los datos; que implica la colección, clasificación, síntesis, organización, análisis e implementación de los datos obtenidos de una muestra de una población de la cual se quiere conocer cierta información [MEN 1997].

### 1.1.1. Análisis Estadístico

El análisis estadístico suele dividirse en dos ramas: la estadística descriptiva, la cual se encarga del resumen, descripción y exploración de datos de una muestra mediante gráficos y tablas; y la inferencia estadística que utiliza datos de muestra para inferir o determinar la naturaleza de éstos, probando su validez mediante pruebas de confiabilidad.

### 1.1.2. Análisis Descriptivo de la Información

El análisis descriptivo de la información ayuda a observar el comportamiento de la muestra en estudio a través de tablas y gráficos. Para poder resumir la información de forma adecuada y útil, primero se definen las variables estadísticas (características que deben cumplir los datos) para luego agruparlos según sus características.

Por ejemplo para hallar la frecuencia en la que aparece cada uno de los valores de una variable estadística de una muestra podemos en principio determinar el carácter de la variable y luego su frecuencia. Para un carácter cualitativo

determinaremos las frecuencias absolutas, que no son más que la cantidad de repeticiones de cada valor de la variable estadística en estudio de la muestra. Si el carácter es cuantitativo la variable a su vez puede ser de tipo discreto o continuo. Si se trata de una variable de tipo discreto se trata como en el caso anterior hallando las frecuencias absolutas. En cambio, si se trata de una variable continua, los valores de las variables se agrupan en intervalos y sobre éstos se determinan las frecuencias absolutas.

### 1.1.3. Gráficos de Estadística Descriptiva

En estadística denominamos gráficos a aquellas imágenes que, combinando la utilización de sombreado, colores, puntos, líneas, símbolos, números, texto y un sistema de referencias coordenadas, permiten presentar información cuantitativa.

Las representaciones gráficas estadísticas deben de conseguir explicarse por sí mismas con un simple análisis visual ofreciendo la mayor información posible. Según el tipo del variable estadística que se esté estudiando se usa una representación gráfica u otra.

La idea de una gráfica estadística es no abarcar demasiada información en un solo gráfico. Los gráficos tienen que dar una visión general y no una imagen detallada de un conjunto de datos. Las presentaciones detalladas se deben reservar para las tablas. Además las representaciones gráficas estadísticas son una herramienta muy importante en el análisis de datos.

Se pueden representar en una misma gráfica (utilizando las mismas escalas horizontales y verticales) varios datos correspondientes a las mismas variables, producto de varias observaciones. Esto produce una gráfica con varias series, correspondiendo cada una de ellas a cada observación de la muestra, obteniendo así una gráfica compuesta.

Existe una gran variedad de tipos y formas de gráficos estadísticos, cada una con una finalidad o adaptada al objeto de estudio que representan. Entre las más conocidas están los diagramas de barras, gráficos de líneas, gráficos circulares, gráficos de áreas, gráficos de dispersión e histogramas.

## 1.2. Psicometría

La psicometría, según Muñiz [MUN 1996], “puede definirse en términos generales como el conjunto de métodos, técnicas y teorías implicadas en la medición de las variables psicológicas. Como su nombre indica, trataría de todo aquello relacionado con la medición de lo psicológico.”

Dicho de otro modo, la psicometría es la ciencia que tiene como objetivo aportar soluciones al problema de la medida en cualquier proceso de investigación psicológica o de aspectos psicológicos de la persona (habilidades, capacidades, conocimientos, particularidades de la personalidad, etc.); es decir, la psicometría es un campo metodológico que incluye teorías, métodos y usos de la medición psicológica [PRI 2006] para que estos aspectos se definan de una manera fiable antes de proceder a su cuantificación.

La psicometría ha ido evolucionando conforme el transcurrir del tiempo hasta llegar a su clasificación actual. La clasificación y las etapas en el proceso de la psicometría son presentadas a continuación.

### 1.2.1. Clasificación

El área de trabajo de la psicometría se puede clasificar de la siguiente forma [PRI 2006]:

#### I. Teoría de la Medición

La teoría de la medición se encarga del estudio de las condiciones necesarias y suficientes del proceso de medición, abarcando los niveles de medida y sus problemas. Estudia también las relaciones entre los números producto de la medición y las propiedades de los objetos a los que hacen referencia.



## II. Teoría de los Tests

La teoría de los tests se encarga del estudio de la representación simbólica de los factores que influyen en las puntuaciones observadas en el test y que es descrita por sus supuestos. El área de la psicometría desarrolla también los modelos matemáticos que son útiles para el análisis de los datos proporcionados por las respuestas de los sujetos.

Dicho de otro modo, la teoría de los tests hace referencia a la construcción, validación y aplicación de los tests. A su vez, la Teoría de los Tests se divide en:

- Teoría Clásica de los Tests
- Teoría de Respuesta a los Ítems

En el presente documento se trabajará con la teoría clásica de los tests al ser éste su objetivo.

## III. Escalamiento

El escalamiento en Psicometría se refiere a la construcción de escalas psicofísicas y psicológicas de medida, incluyendo todos los procedimientos y métodos necesarios para su elaboración. También implica los razonamientos y técnicas matemáticas utilizadas para determinar qué números pueden representar distintas cantidades de la propiedad objeto de medición.

### 1.2.2. Elaboración de Tests Psicológicos

Un test psicológico está compuesto por unidades denominadas ítems, los cuales generalmente consisten en preguntas que deben ser contestadas o afirmaciones sobre las cuales el sujeto evaluado debe indicar si está de acuerdo o en desacuerdo. El proceso que se sigue para elaborar dicho test psicológico se puede dividir en cinco etapas [COH 2000]:

- **Conceptualización:** En principio se concibe la idea del test que generalmente se da en respuesta a una necesidad no cubierta aún por ninguna de las pruebas existentes.
- **Construcción:** Una vez que se ha concebido la idea, se elabora un borrador de los ítems que compondrán el test.
- **Ensayo:** Este es el primer borrador en donde se ensaya con un grupo de muestra de individuos y se recogen los resultados.
- **Análisis:** Una vez que los resultados han sido recogidos se analiza el desempeño de quienes respondieron el test en su totalidad y en cada uno de los ítems. Para dicho fin se emplean procedimientos estadísticos conocidos en forma colectiva como análisis de ítems y que incluyen los procedimientos descritos en los acápites siguientes. Estos procedimientos ayudan al elaborador del test a hacer juicios respecto a cuáles ítems son buenos tal como están, cuáles pueden necesitar ser revisados y cuáles deben descartarse.
- **Revisión:** Con base en el análisis de ítems y en consideraciones relacionadas se creará una revisión o segundo borrador del test. Esta versión revisada del test será ensayada en una muestra nueva de personas. Los resultados obtenidos de la nueva muestra serán analizados, la prueba será revisada y si es necesario se repetirán estos pasos hasta alcanzar un resultado aceptable.

La Figura 1-1 muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de un test psicológico arriba descrito:

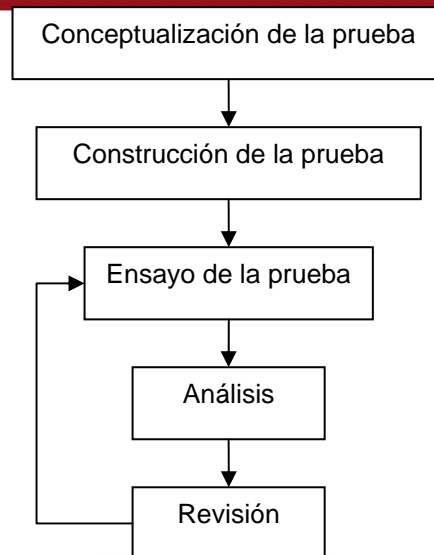


Figura 1-1: Proceso de elaboración de tests psicológicos

### 1.2.3. Análisis de Ítems

En esta etapa del procedimiento se trabaja con el Análisis Factorial por Componentes. El objetivo de este algoritmo es poder discernir matemáticamente si dentro de un test existen “subtests” o test más pequeños. Cabe señalar que este paso suele ser opcional dentro del procedimiento dado que normalmente se trabaja con todo el test. En algunos casos este proceso se ejecuta o se vuelve a ejecutar después del análisis de confiabilidad.

Una mayor referencia al respecto se puede encontrar en la documentación del proyecto de tesis StadCore 1.0 [CAY 2007].

### 1.2.4. Confiabilidad y Validez

El proceso de confiabilidad y validez se ejecuta en todos los casos, a diferencia del análisis factorial por componentes que suele ser opcional. La importancia de este proceso se debe a que permite estimar el grado de confiabilidad y validez en una prueba; de este modo, se puede ajustar el test para aumentar su nivel de precisión.

Muñiz [MUN 1996] y Hernández [HER 2004] coinciden en definir la fiabilidad o confiabilidad como la capacidad de un instrumento (en este caso, un test) de

proporcionar resultados consistentes; un test será fiable si cada vez que se aplica a los mismos sujetos bajo las mismas condiciones da el mismo resultado. Por otra parte, la validez o exactitud, según Hernández, define que el instrumento mide aquello para lo que fue diseñado.

Una mayor referencia al respecto se puede encontrar en la documentación del proyecto de tesis StadCore 1.0 [CAY 2007].

### 1.2.5. Normas y Baremos

Las normas y baremos corresponden a la etapa posterior del proceso de confiabilidad y de análisis de psicometría. Esta etapa corresponde a la elaboración del resumen de los resultados de una prueba de un grupo grande y representativo de personas [DAV 2004].

Según Muñiz [MUN 1996], una vez que se han obtenido las puntuaciones de los sujetos en un test, estas puntuaciones directas suelen transformarse en otros tipos de puntuaciones para facilitar su interpretación y comprensión por parte de los interlocutores y clientes. El objetivo de estas transformaciones es, según el mismo autor, “expresar las puntuaciones directas de tal modo que hagan alusión a la ubicación del sujeto en el grupo, dando así la idea comparativa de su puntuación en relación a sus semejantes. Por ejemplo, si tras realizar un test se nos dice que hemos obtenido en él 80 puntos, no tenemos ni idea de lo que eso representa respecto a nuestros colegas, ¿estamos por encima de la media?, ¿por debajo?, etc.”

#### I. Percentiles

La transformación a percentiles consiste en asignar a cada puntuación directa el porcentaje de sujetos que obtienen puntuaciones inferiores a ella. Por lo tanto, dan una idea rápida de la posición relativa del sujeto en el grupo. Es la transformación más utilizada, debido sobre todo a su simplicidad y universalidad. Los percentiles constituyen una escala ordinal, permiten ordenar a los sujetos pero no garantizan la igualdad de intervalos, o, en otras palabras, diferencias iguales entre percentiles no

implican diferencias iguales entre puntuaciones directas. Es decir, los percentiles constituyen una transformación no lineal de las puntuaciones directas [MUN 1996].

Para obtener los percentiles se obtienen primero las frecuencias acumuladas hasta el punto medio y luego se convierten en porcentajes mediante regla de tres, con lo cual a cada puntuación directa le corresponde un percentil.

## II. Puntuaciones típicas

Las puntuaciones directas se pueden transformar en otras denominadas típicas mediante una transformación lineal bien conocida, consistente en restarles la media y dividir por la desviación estándar.

Las puntuaciones típicas, también llamadas puntuaciones Z, permiten apreciar a primera vista si un sujeto está por debajo de la media (puntuación típica con signo negativo) o por encima de ella (puntuación típica con signo positivo); también permiten apreciar el grado de separación de un sujeto respecto de la media, pues indica el número de desviaciones estándar que un sujeto se aparta de la media [MUN 1996].

- **Típicas derivadas**

Para evitar la inconveniencia que representan los signos negativos y los números decimales presentes en las puntuaciones típicas, estas se transforman a su vez en otras escalas que evitan estos inconvenientes, llamadas típicas derivadas [MUN 1996]. Las típicas derivadas se obtienen eligiendo una media y una desviación estándar para la nueva escala, multiplicando la puntuación típica original por la desviación estándar elegida y sumándole la media elegida.

La media y la desviación estándar elegidas son arbitrarias y sólo obedecen a exigencias prácticas. Son muy populares, por ejemplo, las llamadas puntuaciones T de McCall, que ubican la media en 50 y la desviación estándar en 10 [MUN 1996].

- **Típicas normalizadas**

Las puntuaciones típicas normalizadas se obtienen a partir de los percentiles, buscando la puntuación típica correspondiente bajo la curva normal. Es importante comprobar previamente que los puntajes empíricos se ajustan aproximadamente a la distribución normal (mediante pruebas como la de chi cuadrado o la de Kolmogorov-Smirnov), ya que, en caso contrario, se estarían falseando los datos, al asumir una distribución que no se da en la realidad [MUN 1996].

### **1.2.6. Administración Computarizada de Tests**

Como en muchas áreas de estudio, el uso de computadoras en el área de psicometría ha sido de gran ayuda en diversos aspectos, permitiendo desde facilitar en gran medida la recolección y análisis de los resultados de un test psicológico hasta el avance de teorías como la Teoría de Respuesta a los Ítems.

Cohen [COH 2000] señala que, en su sentido más amplio, el término “evaluación asistida por computadora” siempre implica que el evaluador es asistido de alguna manera por una computadora, mas no necesariamente implica que el examinado sea asistido de manera directa por una computadora o incluso use una computadora para introducir datos. Por ejemplo, la computadora puede ser usada para el análisis de los resultados de la prueba, los cuales han sido previamente ingresados mediante fichas ópticas rellenas por los sujetos examinados del modo convencional.

#### **I. Ventajas**

Los tests computarizados presentan, según Kline [KLI 1994], las siguientes ventajas:

- La capacidad de obtener retroalimentación de los resultados de forma casi inmediata, lo cual permite discutir los mismos mientras la

experiencia aún está fresca en la mente del sujeto. Esto resulta ventajoso, por ejemplo, en las aplicaciones terapéuticas y de consejería.

- Al ser la administración del test siempre igual, la variación debida a la persona que administra el test desaparece. Sin embargo, el autor señala que existe la posibilidad de que pantallas de computadora diferentes a aquellas sobre las cuales se construyó y estandarizó el test pueden producir un resultado diferente, y que, por tanto, deben utilizarse computadoras idénticas (o con prestaciones idénticas en cuanto a gráficos) a las especificadas para el test.
- Cuando existe una escasez de personal capacitado, las interpretaciones preescritas de los resultados del test pueden ser valiosas, según indica el autor. Estas interpretaciones preescritas son usadas por muchos gerentes de personal en organizaciones comerciales donde el conocimiento psicológico o psicométrico de quienes usan el test es bajo o incluso inexistente.
- La computarización de los tests ha permitido la aplicación y el avance de la Teoría de Respuesta a los Ítems, la cual permite estimaciones de la habilidad humana más precisas y concisas que las brindadas por la Teoría Clásica de los Tests, la cual es aún la base de muchos tests psicológicos.
- El hecho de que el puntaje de cada respuesta proporcionada a cada ítem del test se almacena automáticamente en un test computarizado hace posible que se pueda realizar el análisis estadístico del test sin esfuerzo alguno. Se elimina la necesidad, y los posibles errores, de digitar los resultados del test uno a uno.
- Los tests computarizados se pueden adaptar para ser aplicados en la evaluación de personas con discapacidades severas (por ejemplo, se puede usar un tamaño de letra mayor para sujetos con problemas de visión). Estos tests son especiales y no podrían ser usados para la comparación con sujetos sanos; no obstante, se puede obtener información clínica valiosa de ellos.

## II. Desventajas

A pesar de las ventajas ya expuestas, los tests administrados por computadora no siempre son una solución aplicable, y existen ciertos inconvenientes en su uso.

Kline [KLI 1994] menciona los siguientes:

- La necesidad de terminales individuales para cada persona limita el número de individuos que pueden ser evaluados a la vez. No obstante, algunas de las ventajas expuestas pueden alcanzarse mediante la recolección por computadora de los resultados de un test tradicional por medio de fichas ópticas u otro medio.
- Puede ser difícil establecer la equivalencia entre un test tradicional administrado por computadora y el test original, particularmente si este último no tiene una confiabilidad muy alta. Establecer dicha equivalencia es necesario para determinar si un puntaje obtenido en el test administrado por computadora se puede interpretar del mismo modo que el mismo puntaje obtenido administrando el test de manera tradicional.
- Algunos sujetos, particularmente aquellos de mayor edad o con severas discapacidades físicas o mentales, pueden tener dificultades para rendir tests administrados por computadora.
- Para algunos psicólogos, la impersonalidad de la computadora no es apropiada, ya que no permite que los sujetos desarrollen la confianza necesaria para desempeñarse al 100%. Por ejemplo, Heim et al. [HEI] han elaborado una serie de tests de inteligencia que poseen un conjunto de ítems introductorios, para que los sujetos los resuelvan y luego descubran si los han respondido correctamente. La finalidad de estos ítems de prueba no solo es familiarizar al sujeto con el tipo de ítems en el test, sino también establecer confianza entre los sujetos del test y quien lo administra, confianza sin la cual, según el punto de vista de estos autores, es imposible realizar una buena evaluación, ya que los sujetos estarían demasiado nerviosos como para tener el mejor desempeño en el caso de tests de habilidad, y no estarían preparados para hacer revelaciones acerca de si mismos, como se requiere en tests de personalidad e interés.



### 1.3. Trabajo Colaborativo

El trabajo colaborativo puede ser considerado como “una metodología de enseñanza y de realización de la actividad laboral basada en la creencia que el aprendizaje y la actividad laboral se incrementa cuando se desarrollan destrezas cooperativas para aprender y solucionar los problemas y acciones educativas y laborales en las cuales nos vemos inmersos” [ROM 2003].

En la actualidad, cada vez más actividades de trabajo se vuelven actividades humanas complejas que involucran a muchas personas, las cuales frecuentemente tienen diferentes áreas de competencia. Se debe considerar información de muchas fuentes y existen decisiones que deben ser tomadas por actores mutuamente interdependientes. Los arreglos de trabajo cooperativo surgen en respuesta a diferentes requerimientos y deben servir diferentes funciones genéricas tales como aumento de capacidad, diferenciación y combinación de especialidades y técnicas, apreciación crítica mutua y combinación de perspectivas [CAR 1999].

#### 1.3.1. Trabajo Cooperativo Asistido por Computadora

A pesar de que los autores difieren en sus definiciones, todos coinciden en afirmar que el trabajo cooperativo asistido por computadora (CSCW, de las siglas en inglés Computer-Supported Cooperative Work) se refiere a sistemas basados en computadoras que ayudan a llevar a cabo una tarea en la que están involucradas muchas personas, las cuales deben trabajar de manera coordinada. Según Wilson [WIL 1991], el trabajo cooperativo asistido por computadora “es un término genérico que combina el entendimiento de la forma en que las personas trabajan en grupos con las tecnologías habilitadoras de redes de computadoras y el hardware, software, técnicas y servicios asociados”.

Según Carstensen [CAR 1999], el campo de investigación del CSCW trata el tema de “cómo las actividades de colaboración y su coordinación pueden ser asistidas por medio de sistemas computacionales. Una serie de preguntas se vuelven centrales, por ejemplo: ¿Qué caracteriza al trabajo cooperativo? ¿Cómo podemos modelar el trabajo cooperativo? ¿Qué facilidades basadas en computadoras se deben proveer? ¿Cuáles son las características básicas de plataformas útiles para

sistemas CSCW? La asistencia basada en computadoras para el trabajo cooperativo puede ser provista ofreciendo mejores facilidades de comunicación, proveyendo posibilidades de monitoreo y conocimiento/entendimiento mejoradas a los actores y apuntando a reducir la complejidad de las actividades de coordinación que deben ser llevadas a cabo por los actores involucrados” [CAR 1999].

## **1.4. Metodologías y Recursos Informáticos Usados Para el Desarrollo de la Herramienta StadCore 2.0.**

Las metodologías nos dan una referencia para llevar a cabo y de manera ordenada el análisis y la construcción de la solución propuesta. Los recursos informáticos nos dan los elementos tecnológicos que nos ayudan a la materialización de la solución. A continuación se presentan las metodologías usadas para el desarrollo del presente trabajo.

### **1.4.1. Metodologías en el Análisis del Problema**

#### **I. Six Sigma**

De acuerdo con Snee [SNE 2001], “Six Sigma significa mejorar procesos por medio de resolver problemas”.

Según Pande [PAN 2002], el término Six Sigma o Seis Sigma hace referencia al objetivo de reducir los defectos hasta casi cero. En términos estadísticos, el propósito de Six Sigma es reducir la variación para conseguir desviaciones estándar muy pequeñas, de manera que prácticamente la totalidad de los productos, servicios o resultados cumplan, o excedan, las expectativas de los clientes y/o usuarios.

Según Simon [SIM 2006], uno de los más confusos problemas asociados al mencionar el uso de Six Sigma tiene que ver con qué metodología está siendo realmente usada. La mayor parte del tiempo, se refieren a la metodología DMAIC ya que se tienen procesos existentes que están desperdiciando recursos.

En la Tabla 1-1 se muestra una interpretación de los diferentes niveles de calidad de Six Sigma, teniendo como ejemplo el número de errores encontrados en una colección de libros. Se puede notar que, a medida que aumenta el nivel de calidad, disminuye el número de palabras equivocadas en la colección de libros, así como el porcentaje de costo de calidad debido a dichos errores.

Sigma	PPM (producto por millón)	Costo de calidad	Clasificación	Nro. de palabras equivocadas
6	3.4	<10% ventas	Clase mundial	1 en una pequeña librería
5	233	10-15% ventas		1 en varios libros
4	6210	15-20% ventas	Promedio	1 en 31 páginas
3	66807	20-30% ventas		1.35 por página
2	308537	30-40% ventas	No-competitivo	23 por página
1	690000			159 por página

**Tabla 1-1: Otros significados de Six Sigma (Harry 1998 y McFadden 1993)**

#### i Metodología DMAIC

Cuando la mayoría de personas se refieren a Six Sigma, en realidad se están refiriendo a la metodología DMAIC. Dicha metodología debe ser usada cuando un proceso existe pero no llega a cumplir las especificaciones del público objetivo o dichas especificaciones no se están llevando a cabo adecuadamente.

La metodología DMAIC es universalmente reconocida y comprende las siguientes cinco fases que dan origen a su nombre: Definición, Medición, Análisis, Mejora (Improve) y Control. En algunos casos la fase de Definición está considerada como trabajo previo del proyecto o está incluido en la fase de Medición del mismo.

#### ii Metodología DFSS

A diferencia de la metodología DMAIC, las fases o pasos para DFSS (Design For Six Sigma) no son universalmente reconocidos ni están claramente definidos; debido a lo cual DFSS constituye un acercamiento antes que una metodología claramente definida.

DFSS es usado para diseñar o rediseñar un producto, servicio o resultado. El nivel esperado de un proceso Sigma para un resultado DFSS debe de ser no más de un defecto aproximadamente por cada mil oportunidades. Tener ese bajo tipo de defecto para un resultado significa que las expectativas y necesidades del usuario deben ser completamente entendidas antes que algún diseño pueda ser completado e implementado.

La selección de una u otra metodología depende de la brecha existente entre los requerimientos del cliente y la capacidad actual del proceso a mejorar. Si esta brecha no es grande, bastará con optimizar el proceso, para lo cual se usará la metodología DMAIC; si la brecha es muy grande, el proceso deberá ser rediseñado, para lo cual se recurre a la metodología DFSS.

## II. El Ciclo de Shewhart/Deming

Según Escalante [ESC 2003], el programa Six Sigma se basa, aunque no esté expresado directamente, en el Ciclo de Deming (o PHVA por sus etapas). El Ciclo de Deming es un procedimiento para el mejoramiento y se muestra en la Figura 1-2. Se considera una guía lógica para actuar en una gran variedad de situaciones, una de las cuales es resolver problemas.



**Figura 1-2: El Ciclo Shewhart/Deming**

La razón por la que esta metodología es expresada en un ciclo se debe a que, como se vio anteriormente, Six Sigma es una filosofía de trabajo que se representa como un mejoramiento continuo [ESC 2003].

## 1.4.2. Metodologías y Herramientas Utilizadas en la Elaboración de la Solución

### I. Unified Modeling Language

UML (Unified Modeling Language) es un lenguaje visual de modelamiento de propósito general usado para especificar, visualizar, construir y documentar los artifacts (elemento de información usado o producido por un proceso de desarrollo de software, por ejemplo un documento externo) de un sistema de software [RJB 1999].

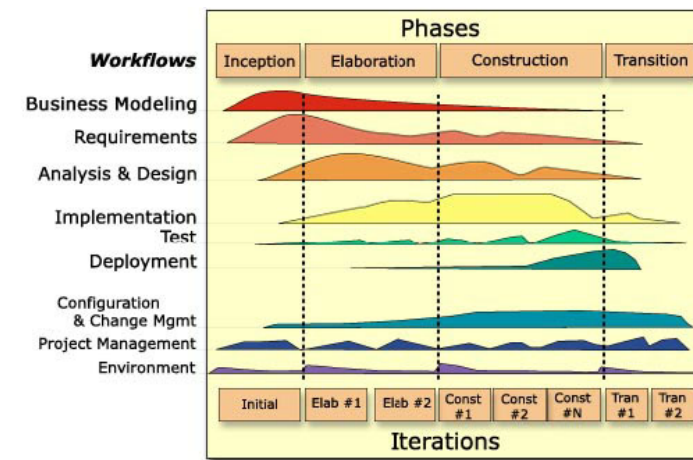
UML captura información sobre la estructura estática y el comportamiento dinámico de un sistema, el cual es modelado como una colección de objetos discretos que interactúan para llevar a cabo tareas que, en última instancia, benefician a un usuario externo. La estructura estática define los tipos de objetos que son relevantes para el sistema, así como las relaciones entre los objetos; por otra parte, el comportamiento dinámico define la historia de los objetos a través del tiempo y la comunicación entre objetos para cumplir un objetivo.

### II. Rational Unified Process

Rational Unified Process (RUP) es un proceso de ingeniería de software que provee una aproximación disciplinada para la asignación de tareas y responsabilidades dentro de una organización de desarrollo. Tiene como meta asegurar la producción de software de alta calidad que satisfaga las necesidades de los usuarios finales dentro de un plazo y presupuesto [RAT 1998]. RUP provee un proceso de ingeniería de software maduro, riguroso y flexible.

RUP presenta dos dimensiones. La primera, la dimensión horizontal, representa el tiempo, el aspecto dinámico del proceso, expresado en términos de ciclos, fases, iteraciones e hitos, y muestra los aspectos del ciclo de vida del producto a medida que se va desarrollando. La segunda dimensión, la dimensión vertical, representa el aspecto estático del proceso, descrito en términos de componentes del proceso: actividades, disciplinas, artefactos y roles. También representa los flujos de trabajo principales del proceso, los cuales agrupan de manera lógica las actividades de

ingeniería de software de acuerdo a su naturaleza. En la Figura 1-3 se puede apreciar la relación entre estas dimensiones.



**Figura 1-3: Las dos dimensiones de RUP: disciplinas y fases**

Para el desarrollo de este proyecto, se optó por utilizar las metodologías y herramientas listadas anteriormente (UML, RUP y Six Sigma) por las siguientes razones:

- Se decidió utilizar la notación UML debido a que se trata de un estándar aceptado y ampliamente utilizado en proyectos de desarrollo de software.
- Se decidió utilizar RUP como proceso de desarrollo de software a seguir debido a la experiencia del equipo de desarrollo, quienes lo hemos utilizado en proyectos anteriores de los cuales hemos formado parte.
- Se decidió utilizar la metodología Six Sigma debido a que pretendemos medir qué tan buena es la propuesta presentada sobre la optimización del proceso mediante el uso de la herramienta desarrollada. Al no contar con los recursos monetarios ni de tiempo necesarios, el seguimiento de la metodología de Six Sigma no será estricto sino que servirá como una referencia; es decir, una guía al momento de optimizar el proceso y tener una idea de qué tan eficiente resultará la mejora que se propone.

### 1.4.3. Recursos Informáticos Aplicables

Los recursos informáticos usados para llevar a cabo la realización del presente trabajado se mencionan a continuación.

#### I. Java

Java es un lenguaje de programación orientado a objetos desarrollado por Sun Microsystems a principios de los años 90. El lenguaje en sí mismo toma mucha de su sintaxis de C y C++, pero tiene un modelo de objetos más simple y elimina herramientas de bajo nivel, que suelen inducir a muchos errores, como la manipulación directa de punteros o memoria. Su principal característica es ser un lenguaje multiplataforma, esto quiere decir que puede ejecutarse en distintos sistemas operativos debido a la máquina virtual que interpreta el bytecode (código intermedio producido por el compilador Java) y lo traduce al código nativo del sistema operativo.

Para el desarrollo del presente trabajo de tesis, se ha utilizado la edición estándar de Java, conocida también como JavaSE (Java Standard Edition).

#### II. XML

XML (Extensible Markup Language) [XML] se define como una especificación para crear lenguajes de marcas de propósito general. Se clasifica como extensible por permitir al usuario utilizarlo para definir sus propios elementos de marcas. El propósito de XML es ayudar a los sistemas de información a compartir información (sobre todo en Internet), codificar documentos y serializar datos.

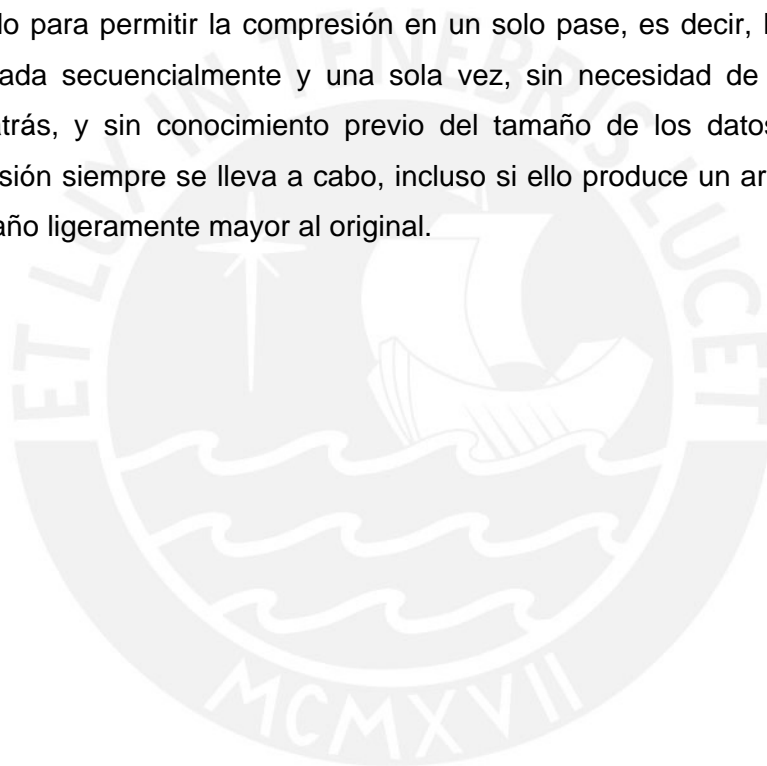
#### III. CSV

Los archivos CSV (Comma-Separated Values) son un tipo de documento en formato abierto muy sencillo para representar datos en forma de tabla, en las que las columnas se separan por comas (o punto y coma) y las filas por saltos de línea.

El formato CSV es muy sencillo de entender y sobre todo es bastante compatible con programas como Microsoft Excel, y motores de bases de datos.

#### IV. GZIP

GZIP (GNU ZIP) [GZP] es un formato de compresión sin pérdida creado como alternativa libre al formato utilizado por el programa compress (usado en sistemas Unix antiguos y protegido por patentes). Utiliza el algoritmo DEFLATE para la compresión de flujos de datos de longitud arbitraria; este algoritmo hace uso a su vez del algoritmo de compresión LZ77 y de la codificación Huffman. El formato fue diseñado para permitir la compresión en un solo pase, es decir, leyendo los datos de entrada secuencialmente y una sola vez, sin necesidad de efectuar lecturas hacia atrás, y sin conocimiento previo del tamaño de los datos de entrada. La compresión siempre se lleva a cabo, incluso si ello produce un archivo comprimido de tamaño ligeramente mayor al original.





## 2. Problemática, Análisis y Solución Propuesta

En este capítulo, se presenta la situación actual del problema y las razones por las que es necesario contar con una herramienta estadística modular y expandible. También se expondrá el análisis de la solución basado en la mejora de procesos dentro del contexto del análisis de datos que requieran del uso de una herramienta estadística. En particular se explica cómo aplicar éste análisis para aprovechar las características de la herramienta StadCore 1.0 y ampliar su funcionalidad con el fin de ofrecer una solución integral. Posteriormente, se compara la herramienta StadCore 2.0 con las herramientas existentes en el mercado en base a sus funcionalidades y las características.

### 2.1. Dominio del Problema

Las necesidades actuales de análisis estadístico son muy diversas y por lo general requieren de un soporte computacional de alguna herramienta de software. Éstas, en su mayoría, están diseñadas para propósitos generales, haciendo compleja su inclusión en la automatización de procesos de análisis en ciertas áreas de estudio que se basan en cálculos estadísticos para la obtención de sus resultados. Esto

conlleva a que estos procesos de análisis sean los que se adapten a las herramientas de software y no las herramientas al proceso, incrementando de esta manera el esfuerzo y uso de recursos combinados e incluso haciendo necesario el uso de procedimientos manuales. Otro punto importante es la usabilidad de cada herramienta y el tiempo de aprendizaje que esta implica. Asimismo, no todas las herramientas poseen las funcionalidades que se requieren en estos procesos de análisis y en dichas circunstancias se tendría que usar más de una herramienta incrementando de esta forma la complejidad de estos procesos. Todo esto trae como consecuencia la insatisfacción en los usuarios por lo complejo que se vuelve la automatización de sus procesos de análisis. Estas herramientas pueden ser muy útiles para cálculos independientes pero pueden sumar complejidad al ser utilizadas en conjunto dentro de procesos de análisis y cálculo.

## 2.2. Características del Entorno

El empleo de una herramienta estadística puede ser necesario en cualquier área de estudio. Por otro lado, el software enfocado en un área particular de estudio no es común y se convierte en algo significativo y de gran utilidad en la actividad profesional.

Estas herramientas están orientadas a usuarios con diferentes niveles de conocimiento. Estos niveles van desde conocimientos básicos de estadística, necesarios para utilizar las funciones básicas, hasta conocimientos avanzados en distintos campos de conocimiento que requieran el uso de cálculos complejos e iterativos. Pocas herramientas ofrecen la posibilidad de ampliar o automatizar procesos de cálculos y las que la ofrecen requieren de conocimientos de programación para desarrollar dichas ampliaciones.

## 2.3. Objetivo de la Solución

El objetivo de la solución es proporcionar al usuario una herramienta de software estadística que permita no sólo realizar cálculos estadísticos básicos sino también dar soporte a procesos más complejos mediante módulos de software especialmente desarrollados como extensiones de la herramienta. De esta manera

será posible extender la funcionalidad de la herramienta sin necesidad de modificarla. Una de las posibles aplicaciones de esta capacidad de extensión es orientar la funcionalidad de la herramienta de modo que pueda ser usada para asistir en los procesos y cálculos estadísticos complejos de un área específica de estudio, como, por ejemplo, la construcción de tests psicológicos.

La solución tiene como base la herramienta Stadcore 1.0, la cual cumple con las características descritas anteriormente. Aprovechando éstas características, se propone ampliar su funcionalidad con la incorporación de gráficos para el análisis de estadísticas y complementar el análisis psicométrico mediante el módulo de construcción de tests, que permitirá la automatización del proceso de ingreso de datos antes de calcular sus estadísticas mediante el módulo de psicometría. Además, se plantea extender el uso de la herramienta de forma distribuida mediante el módulo de trabajo colaborativo.

## 2.4. Objetivos Específicos

Según lo indicado en el punto anterior, se desarrollarán funcionalidades que complementen las capacidades funcionales de la herramienta StadCore 1.0. En los siguientes puntos se muestran los objetivos específicos que se desarrollarán el presente trabajo. El detalle de los requerimientos a satisfacer se encuentra en el **Anexo A**.

### 2.4.1. Persistencia de Datos

Las herramientas de cálculo realizan variados tipos de procesamiento de datos que implican el manejo de cantidades considerables de datos. Es importante que toda herramienta de software pueda tener la capacidad de almacenar dichos datos de forma persistente.

El objetivo de este punto es dotar a la herramienta StadCore 1.0 de un tipo de archivo que basado en la tecnología XML permita almacenar tanto los datos presentes en la hoja de datos, como gráficos, fórmulas e información manejada por los módulos instalados en la herramienta.

### 2.4.2. Soporte Estadística Gráfica

El uso de software estadístico se basa en la utilización de funciones matemáticas sobre hojas de cálculo obteniendo resultados de manera ágil y sencilla. A su vez, ésta agilidad se puede complementar con la creación de gráficos en base a los datos y resultados con los que el usuario esté trabajando. Una ventaja adicional a la representación de un gráfico es que éstos pueden ser dinámicos, variando según los datos que se quieran representar.

El objetivo de este punto es dotar a la herramienta StadCore 1.0 de un soporte gráfico que permita representaciones gráficas estadísticas dinámicas a partir de datos cargados en su hoja de cálculo. De esta manera se podrá conseguir que un simple análisis visual ofrezca la mayor información posible, convirtiéndose de este modo en una herramienta de análisis que permita una visión más clara del tema en investigación y una ayuda valiosa para la toma de decisiones.

### 2.4.3. Módulo de Elaboración y Corrección de Tests

El proceso de elaboración y corrección de tests en psicometría tiene el problema de que los procesos relacionados son de tipo primitivo y manual, además de ser usualmente repetitivos y trabajar sobre una gran cantidad de datos. Este problema hace que exista una considerable probabilidad que el proceso conduzca a errores en el ingreso de los datos, siendo la principal causa el cansancio y/o distracción de la persona encargada de dicha labor.

El objetivo de este punto es el de diseñar un módulo de software compatible con la herramienta StadCore 2.0 que permita eliminar los errores presentados al momento de elaborar los tests en el campo de la psicometría y al mismo tiempo producir resultados que puedan ser procesados por el módulo de análisis psicométrico. De esta manera se evitará el reproceso en el ingreso de los datos y la reducción del tiempo de esta actividad.

#### 2.4.4. Módulo de Trabajo en Línea

Actualmente, las herramientas que proporcionan la capacidad de trabajo compartido sobre una hoja de cálculo son pocas. La principal limitación que presentan las herramientas analizadas es la de no poseer la capacidad para extender sus funcionalidades presentes como trasladar los datos de una aplicación a otra, con el consiguiente gasto de tiempo que esto implica.

El objetivo de este punto es poseer un módulo de trabajo en línea que permita a muchos usuarios en distintas estaciones de trabajo utilizando StadCore 2.0 realizar cambios sobre una misma hoja de datos, con el fin de permitir el trabajo colaborativo.

### 2.5. Análisis de la Solución

El uso del concepto Six Sigma para el análisis del problema planteado se enfoca a ordenar los pasos de los procesos de cálculo estadístico en base a una herramienta de software modular que englobe las funcionalidades necesarias para el análisis y guíe al usuario a través de cada etapa del cálculo hasta la obtención, presentación y conclusión de los resultados. De esta manera se logra estandarizar los procesos de cálculo y análisis estadístico de manera eficiente.

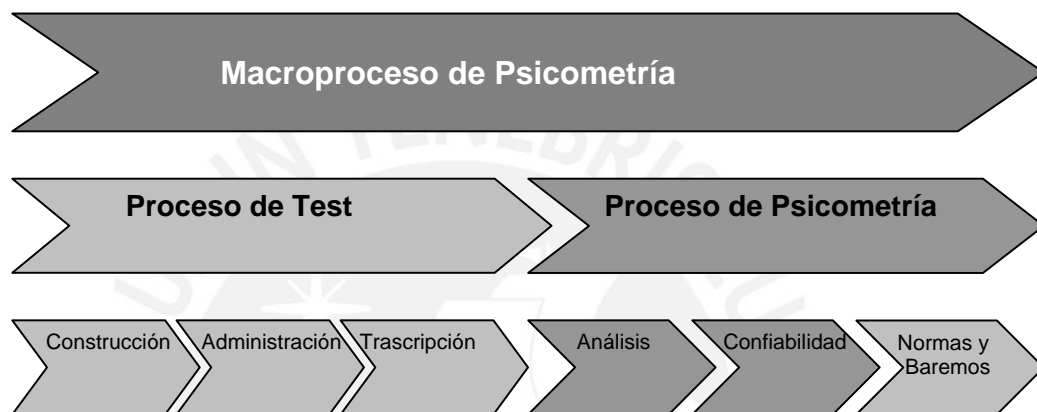
A continuación se presenta el análisis tomando como base la metodología DMAIC de Six Sigma para mejorar el proceso de análisis psicométrico.

#### 2.5.1. Planificación de la Mejora del Proceso de Corrección de Tests

El análisis del mejoramiento se enfoca en la mejora del proceso de recolección de resultados de un test psicométrico, dado que se identificó una situación actual la cual se puede medir y mejorar.

## I. Selección del Problema y definición del tema

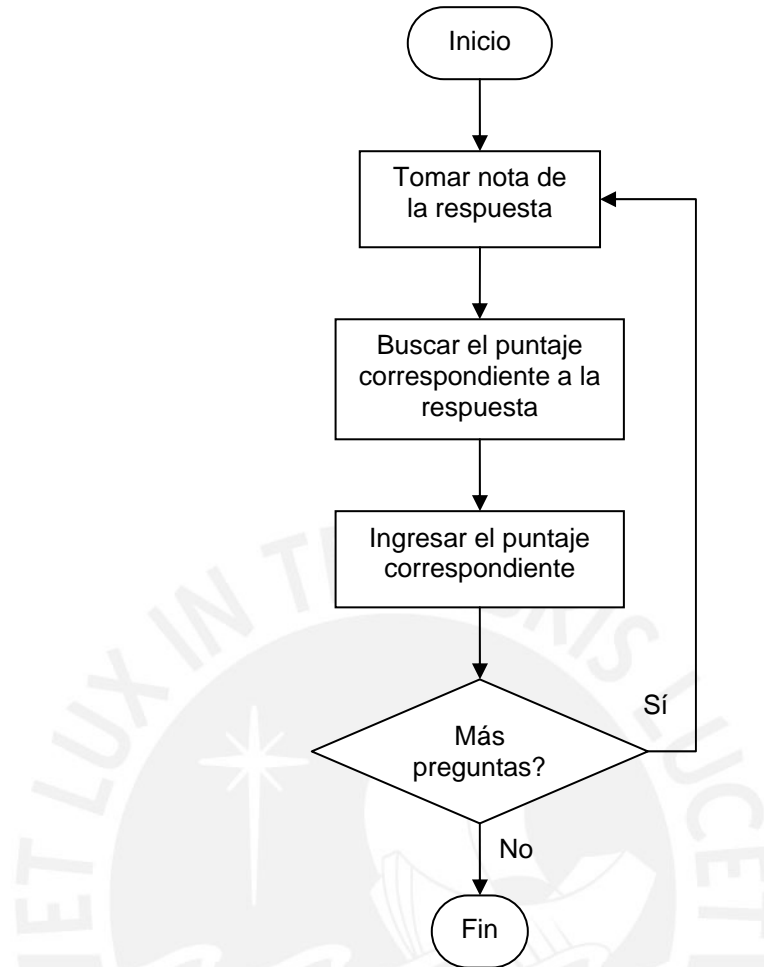
En el punto 2.1 se presentó la situación actual del problema de los usuarios de psicometría por lo que se procederá a delimitar la selección del problema. Se establecerá como objetivo el mejoramiento de la etapa de elaboración y corrección de tests. En el siguiente gráfico se muestra el macroproceso de psicometría y los subprocesos que lo componen.



**Figura 2-1: Macroproceso de Psicometría**

Sólo trataremos la etapa de trascrición de resultados dentro del proceso de test, ya que las etapas de construcción y administración del test son más complejas, menos mecánicas y requieren del criterio de los que elaboran el test, por lo que son menos susceptibles de ser mejoradas significativamente.

A continuación se presenta el diagrama de flujo del proceso de trascrición de los resultados de un test:



**Figura 2-2: Diagrama de flujo de la transcripción de resultados del test**

Del diagrama de flujo se puede apreciar que el proceso es muy repetitivo. Al tratarse además de un proceso que se lleva a cabo manualmente, podemos concluir que se trata de un proceso altamente propenso a errores.

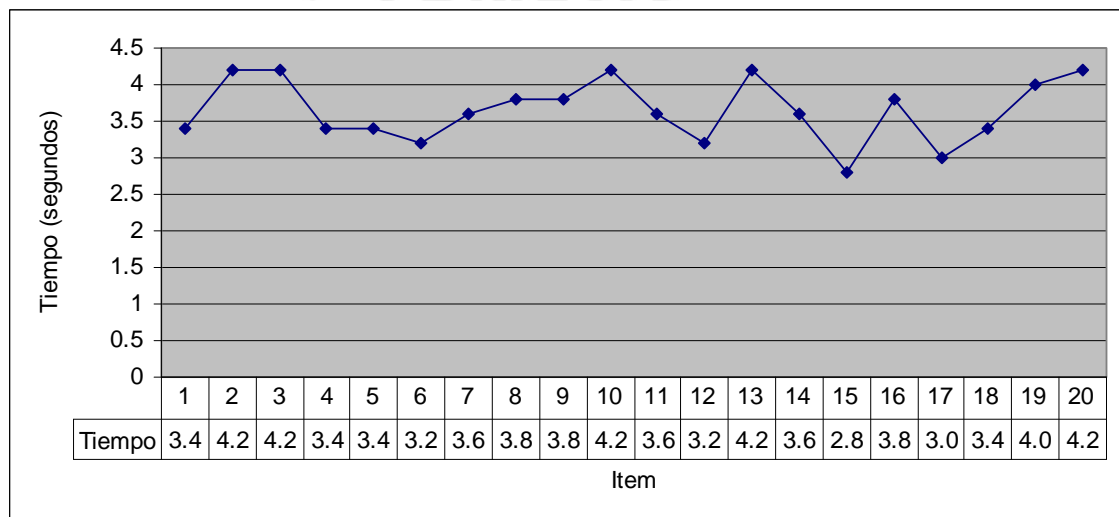
## II. Comprensión de la Situación y establecimiento del objetivo

Una vez comprendida la situación actual del problema es necesario establecer los indicadores que serán usados para medir la efectividad de las contramedidas u oportunidades de mejora.

El proceso de transcripción de resultados de un test psicológico es manual: la persona encargada lee la alternativa de respuesta elegida por el paciente, ubica el puntaje correspondiente a dicha alternativa y lo ingresa a la herramienta que esté

utilizando para el análisis de los resultados. Para este proceso, se identifican dos indicadores: el tiempo promedio que tarda realizar la transcripción de un ítem y el porcentaje de transcripciones correctas respecto del total. Para obtener los valores de estos indicadores, fue necesario elaborar una prueba, la cual consistió en la simulación del proceso de transcripción de los resultados de un test psicológico. El procedimiento y los resultados de la misma se encuentran en el **Anexo G**.

Primero se muestra el tiempo que tomó transcribir el puntaje de cada ítem en la simulación con 20 ítems de prueba. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 2-3.

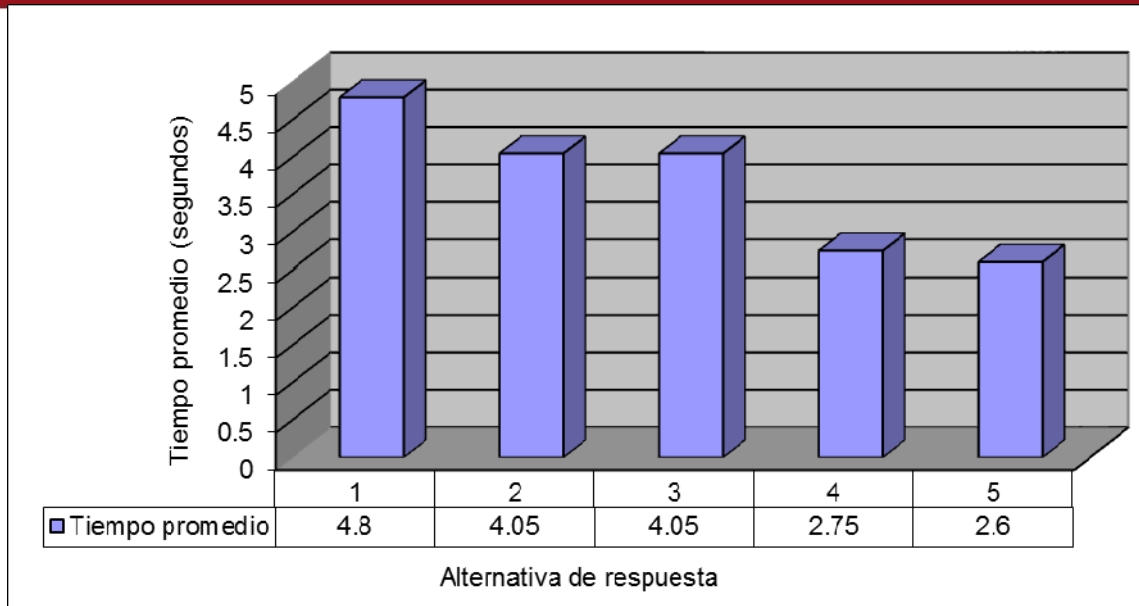


**Figura 2-3: Diagrama de Tendencias - Tiempo de demora para transcribir el puntaje de un ítem, por ítem**

Se puede observar en el gráfico que el tiempo promedio para transcribir un solo ítem se encuentra alrededor de los 3 y 4 segundos, tiempo susceptible de ser mejorado ampliamente al automatizar el proceso. Por otra parte, no se observa ninguna tendencia: el tiempo de transcripción no tiende a disminuir a medida que avanza el proceso.

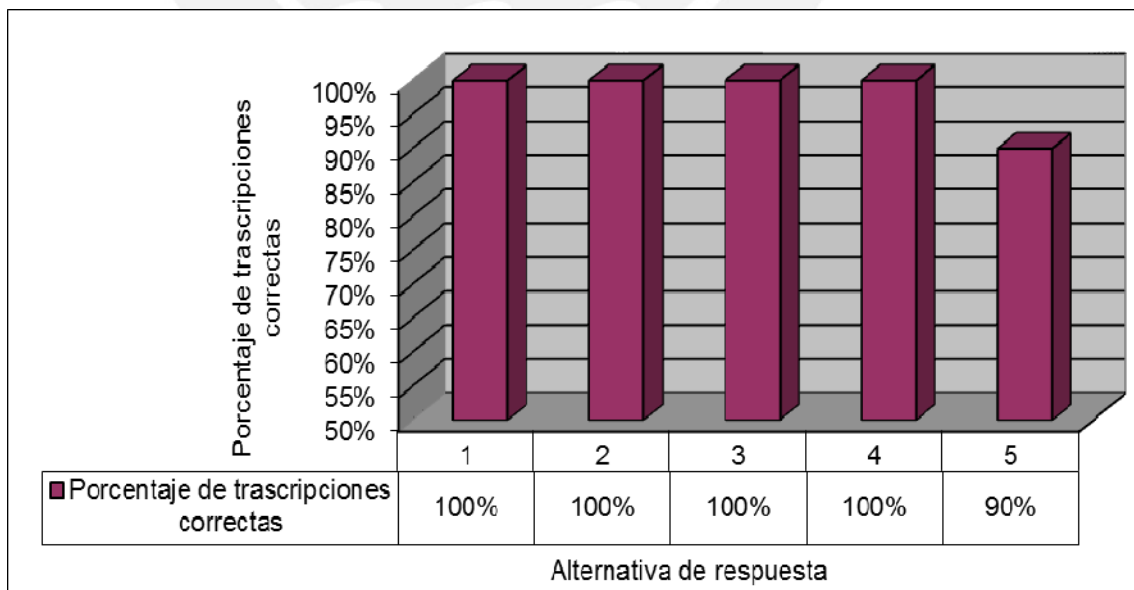
En la Figura 2-4 se muestra el tiempo promedio para la transcripción del puntaje de un ítem para cada sujeto de la prueba.





**Figura 2-4: Diagrama de Tendencias - Tiempo de demora para transcribir el puntaje de un ítem, por sujeto**

Se puede apreciar que el tiempo promedio se encuentra alrededor de los 2.5 y 5 segundos, resultado consistente con el mostrado en el gráfico de la Figura 2-3. Sin embargo, si se lo compara con los resultados para el siguiente indicador, el porcentaje de transcripciones correctas, se observa un resultado adicional. La Figura 2-5 muestra el porcentaje de ítems cuyo puntaje fue transcrito correctamente para cada sujeto.



**Figura 2-5: Diagrama de Tendencias - Porcentaje de transcripciones correctas, por sujeto**

Si bien se puede apreciar que la tasa de transcripciones correctas es bastante alta (en promedio 98%), también se puede apreciar, al comparar este gráfico con el de la Figura 2-4, que los sujetos con menor porcentaje de transcripciones correctas son además aquellos con el menor tiempo de transcripción por ítem, lo cual indica que existiría una posible relación entre el tiempo para transcribir un ítem y el porcentaje de ítems transcritos correctamente: a menor tiempo, menor porcentaje de transcripciones correctas o, de forma equivalente, mayor porcentaje de fallas. Esto muestra otro punto susceptible de ser mejorado con la automatización del proceso: reducir significativamente el tiempo de transcripción de los puntajes de un test psicológico sin que ello implique sacrificar la calidad del resultado.

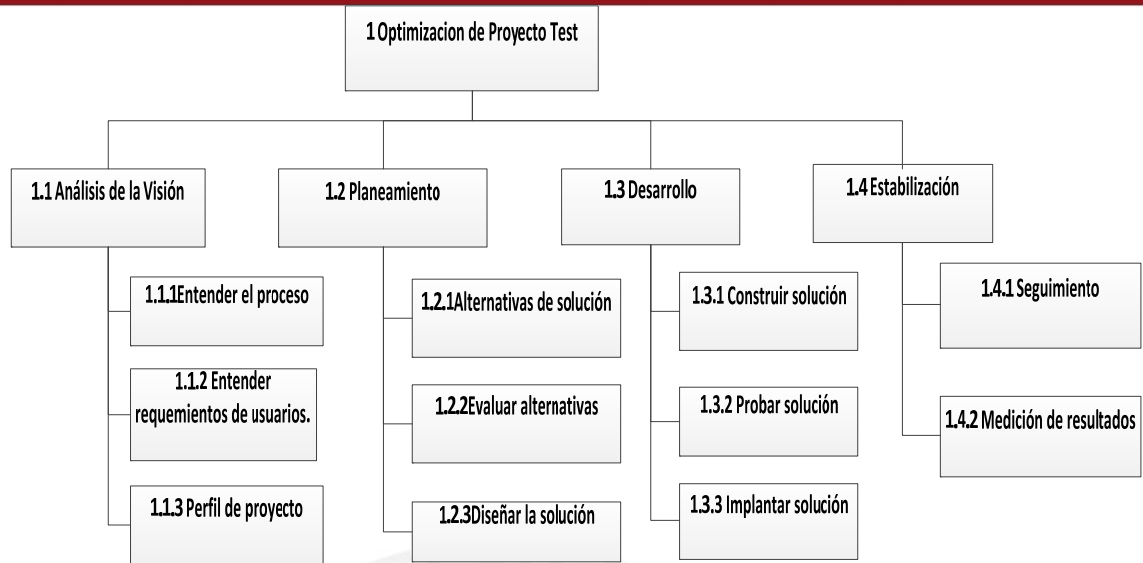
Cabe resaltar que, debido al reducido tamaño de la muestra, no se pueden sacar conclusiones definitivas: los resultados obtenidos sólo constituyen una pista sobre qué puntos podrían mejorarse en el proceso de transcripción de resultados.

### III. Planear las actividades

El planeamiento de las actividades, según los lineamientos de Six Sigma, corresponde al establecimiento de las acciones a seguir para el mejoramiento del proceso de test. Este plan sólo corresponde a la mejora del procedimiento de transcripción de resultados.

De acuerdo a los pasos para la solución de problemas, el plan de acción a considerar se planteó sobre un WBS (Work Breakdown Structure), dado que en éste esquema se muestran, de manera ordenada y agrupadas, las actividades involucradas en la solución. De ser necesario, un diagrama de Gannt podría generarse a partir de las actividades del WBS.

La Figura 2-6 muestra el WBS propuesto para entender el alcance y la organización de las actividades que permitirán la optimización del proceso de recolección de resultados en los proyectos de test de psicometría. Cabe resaltar que éste WBS es solamente una guía referencial.



**Figura 2-6: WBS – Optimización Proyecto Test**

La Tabla 2-1 describe cada actividad del WBS propuesto. Éstas se han agrupado por niveles para un mayor orden y entendimiento.

Optimización Proyecto Test			
Nivel	código	Nombre	Definición
1	1	Optimización Proyecto Test	Agrupar un conjunto de tareas que intervienen en la mejora del proceso de recolección de resultados en los test de psicometría.
2	1.1	Análisis de la Visión	Agrupar las actividades que ayudarán a entender el problema en base a los requerimientos y el entorno.
3	1.1.1	Entender el Proceso	Documentarse de los procesos mediante reuniones con psicólogos, referencias bibliográficas, asistencia a clases de construcción de pruebas como alumno libre.
3	1.1.2	Entender requerimientos de usuarios	Levantamiento de información con psicólogos. Definición de requisitos. Revisión de requisitos.
3	1.1.3	Perfil del proyecto	Definición de los objetivos del proyecto. Elaboración del cronograma del proyecto.
2	1.2	Planeamiento	Agrupar las actividades destinadas a plantear soluciones a los requerimientos ya definidos.
3	1.2.1	Alternativas de solución	Reuniones con asesor de tesis, Brainstorming, reuniones del grupo de trabajo. Lista de propuestas de alternativas de solución.
3	1.2.2	Evaluar alternativas	Reuniones con psicólogos y asesor para sustentar alternativas. Selección de la solución.
3	1.2.3	Diseñar la solución	Elaboración de diagramas de casos de uso, clases de análisis, clases de diseño, arquitectura de la solución,

Optimización Proyecto Test			
Nivel	código	Nombre	Definición
			diagramas de secuencias, actividades y componentes. Diseño de algoritmos.
2	1.3	Desarrollo	Agrupar las actividades referentes a la construcción de la solución.
3	1.3.1	Construir solución	Definir iteraciones. Asignar tareas de programación.
3	1.3.2	Probar solución	Preparación de plan de pruebas.
3	1.3.3	Implantar solución	Realizar el despliegue y configuración. Preparar ayudas y manuales.
2	1.4	Estabilización	Agrupar a las actividades que están relacionadas al seguimiento, control y mejora continua.
3	1.4.1	Seguimiento	Recoger observaciones y problemas con la solución.
3	1.4.2	Medición de resultados	Analizar los resultados del funcionamiento de la solución. Preparar correcciones y mejoras.

**Tabla 2-1: Descripción de las actividades del WBS propuesto**

#### IV. Analizar las causas

En este punto se explicará el origen de los inconvenientes de la parte del proceso de test que se va a tratar. En base a este paso se podrá orientar los requerimientos que debe cumplir la herramienta directamente a solucionar el problema.

Las causas de los inconvenientes para el proceso de transcripción de resultados del test se observan en diagrama causa-efecto de la Figura 2-7, en la que se observa que tanto los usuarios, el medio y el tipo de proceso contribuyen directamente a cometer errores, a su vez, cada uno de estos factores son afectados por otros, influyendo de manera conjunta en el efecto final.

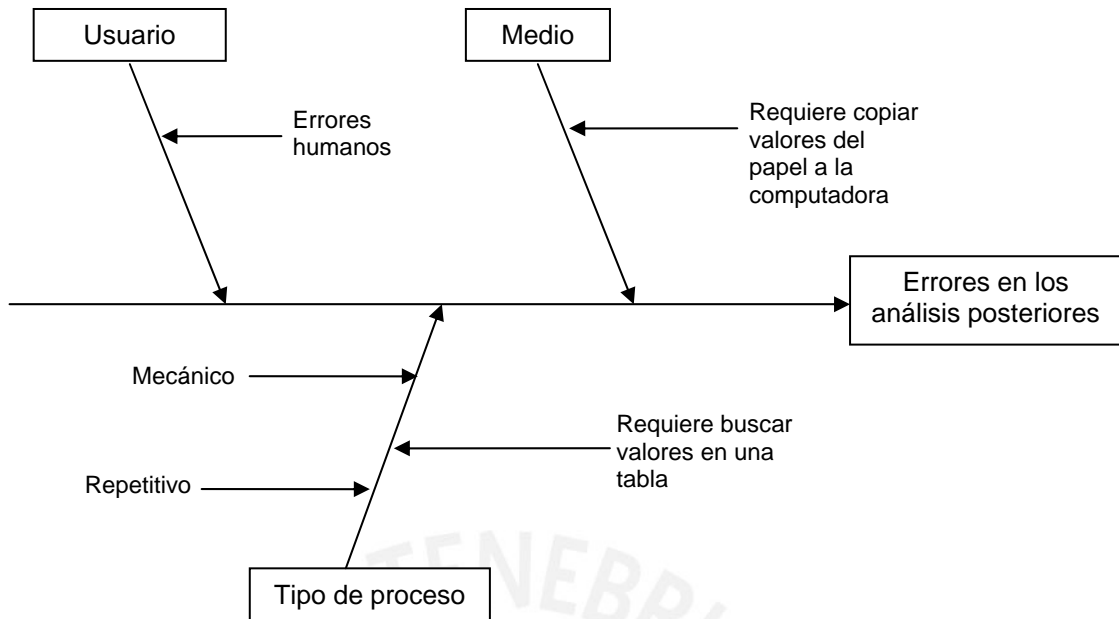


Figura 2-7: Diagrama causa-efecto del proceso de transcripción de resultados

## 2.6. Herramientas de Software Existentes en el Mercado

En el mercado existen diversos tipos de herramientas de software que permiten desarrollar trabajos estadísticos y que se complementan con alguna funcionalidad especializada. StadCore 2.0 es una herramienta que presenta en general éstas características. A continuación se listan y describen herramientas de software existentes en el mercado que comparten alguna característica con StadCore 2.0. Para su mayor comprensión se han clasificado por categorías.

### 2.6.1. Aplicaciones Estadísticas-Gráficas Expansibles

#### I. SPSS

SPSS (Statistical Product for Service Solutions) provee funciones para la entrada, tratamiento, preparación, análisis de datos y presentación de informes de resultados. Permite trabajar mediante un sistema de módulos escalables y otros productos de la familia SPSS que proporcionan las funcionalidades necesarias para la planificación, recogida de datos y entrega de resultados. Además, permite hacer

análisis de bases de datos y data mining, investigación de mercados e investigaciones de todo tipo. Existe además una versión opcional de servidor (SPSS Server).

SPSS posee un “lenguaje de sintaxis de comandos” que permite automatizar las tareas que se llevan a cabo con el programa. Posee además la capacidad para extender sus funcionalidades vía la SPSS Programmability Extension, que permite al usuario escribir programas en lenguajes externos, como Python o Visual Basic .NET, los cuales pueden ejecutar comandos propios del SPSS y acceder al diccionario de datos y a los datos cargados en la aplicación, aprovechando también todas las capacidades propias del lenguaje en que se encuentra escrito el programa. Todas estas características hacen que sea una herramienta de análisis e investigación en varias ramas de mercados.

## II. Statgraphics Centurion XVI

Statgraphics [STC] es una herramienta estadística desarrollada por StatPoint, Inc y que ofrece dos ediciones: la Edición Standard, para usuarios que requieran funciones básicas estadísticas (medidas de tendencia central, dispersión, distribución, pruebas de hipótesis, regresión simple y múltiple, ajuste de distribuciones, etc.); y la Edición Professional, la cual posee todas las características de la edición estándar y adhiere control de procesos estadísticos, diseño de experimentos, métodos multivariantes, pronóstico de series de tiempo, modelos de regresión avanzados y herramientas para el uso de métodos Six Sigma.

Entre otras características se encuentra el StatWizard que ayuda en la selección del modo debido para analizar la data, el StatAdvisor que explica el significado de los resultados estadísticos, StatGallery que permite arreglar y ordenar textos y gráficos que se quieren mostrar o imprimir. En la versión más reciente los archivos que genera se basan en XML. También cuenta con la versión Statgraphics Mobile la cual puede correr en Pocket PC.

### III. XLSTAT

XLSTAT [XST] es una de las herramientas más completas y utilizadas de análisis de datos y estadísticas para Microsoft Excel. XLSTAT ofrece funciones que hacen de Excel una herramienta potente y de acceso fácil para satisfacer a la mayoría de necesidades en análisis de datos. XLSTAT funciona con cualquier versión de Excel, desde la versión 97 hasta la versión 2010 para Windows y Mac.

### IV. MacAnova

El MacAnova [MAV] es una herramienta libre, de fuente abierta, que permite un análisis estadístico interactivo trabajando sobre Windows, Macintosh y Linux. Fue programado por Gary W. Oehlert y Christopher Bingham, ambos de la Escuela de Estadística de la Universidad de Minnesota.

Esta herramienta tiene muchas capacidades pero su fortaleza se encuentra en el análisis de la varianza y los modelos relacionados, álgebra de matrices, análisis de series de tiempo y estadística exploratoria de multivariadas. Además, tiene la capacidad de expandir su funcionalidad a través de la programación de macros de usuario así como la selección de una lista de macros predefinidos. Permite el uso de estructuras de control, llamadas a funciones MacAnova y validación de parámetros de entrada en las macros. Actualmente se encuentra en su versión 5.05, release 1. Posee una interfaz orientada por comandos aunque poco a poco están logrando una tendencia de que sus capacidades sean usadas a través del uso de menús, ventanas de diálogo y mouse.

#### 2.6.2. Aplicaciones Orientadas al Desarrollo de Test

##### I. Psicomet

Esta herramienta, producida y distribuida por Psico Consult C.A., permite la corrección de pruebas, la elaboración de informes psicométricos grupales e individuales, la administración de una base de datos de elegibles y la elaboración

de normas internas [ROD 1999]. Nelson Rodríguez Trujillo, Director Gerente de Psico Consult C.A. en Caracas, Venezuela, es el coautor de esta herramienta.

En la página oficial de Psicomet [PSM], se definen como “un sistema computarizado diseñado para corregir y evaluar pruebas psicométricas, procesar la información proveniente de entrevistas y apoyar la elaboración de informes cuantitativos y cualitativos. Permite a su vez, contar un registro de datos personales de los aspirantes y ayuda en la selección del personal adecuado según los perfiles establecidos”.

### 2.6.3. Aplicaciones de Trabajo Compartido

#### I. Google Docs

Google Docs es una herramienta creada por Google Inc. y disponible en línea para cualquiera que posea una cuenta en Google. La herramienta permite crear documentos de texto, hojas de cálculo y presentaciones; nos centraremos en la funcionalidad de creación de hojas de cálculo, que es la que nos concierne por ofrecer la alternativa de uso compartido. Posee una interfaz similar a la de las hojas de cálculo ya conocidas, como Microsoft Excel, y permite importar y exportar a los formatos .xls (MS Excel), .csv (valores separados por comas) y .ods (OpenDocument Spreadsheet), así como guardar la hoja de cálculo sobre la cual se está trabajando en la cuenta de Google del usuario. Posee además diversas funcionalidades presentes en otras hojas de cálculo conocidas, tales como cambiar el estilo de las celdas, definir el formato en que se muestran los datos, usar fórmulas y crear gráficas en base a los datos de la hoja.

Esta herramienta permite también invitar a otros usuarios a ver ó editar la hoja de cálculo simultáneamente. Los usuarios que tienen acceso a la hoja se dividen en propietarios, lectores y editores. Los propietarios de la hoja de cálculo pueden modificarla e invitar a otros usuarios a verla o modificarla, así como revocar el acceso de dichos usuarios. Los editores pueden modificar la hoja de cálculo, exportarla a su disco duro local y/o hacer una copia de ella en Google Docs. Además, pueden ver la lista de editores de la hoja de cálculo y, si el propietario de la misma les ha dado los permisos correspondientes, invitar a otras personas a ver



o modificar la hoja de cálculo. Por último, los lectores pueden ver la hoja de cálculo, pero no modificarla; también pueden exportar la hoja de cálculo a su disco duro local y/o hacer una copia de ella en Google Docs.

La edición de la hoja de cálculo se realiza en tiempo real. La herramienta cuenta además con una ventana de *chat* que permite a los usuarios editores comunicarse entre sí. Un total de 50 usuarios (entre editores y lectores) puede ver o modificar la hoja de cálculo a la vez. Dada la naturaleza de la aplicación, que requiere para su uso solamente de conexión a Internet, no tiene limitaciones prácticas en lo que concierne a la ubicación de los usuarios que participan en la edición de una hoja de cálculo.

## II. Microsoft Excel - Herramienta Compartir libro

La hoja de cálculo Microsoft Excel cuenta con la capacidad de compartir un libro entre varios usuarios. Esta opción revierte el comportamiento por defecto de Microsoft Excel, que consiste en bloquear el libro contra escritura si éste está siendo modificado por otro usuario; así, permite la modificación del mismo libro por varios usuarios. También muestra una marca sobre aquellas celdas modificadas por otros usuarios y permite guardar un historial de los cambios realizados al archivo.

Los cambios realizados al archivo por un usuario no se reflejan en tiempo real en las ventanas del resto de los usuarios, sino que se establece un tiempo de refresco para transmitir los cambios al resto de usuarios. El alcance está limitado al de una red local, ya que el archivo debe ser abierto con Excel para hacer uso de esta herramienta y, por lo tanto, debe localizarse en algún directorio desde el cual pueda ser accedido empleando Excel.

### 2.7. StadCore 2.0 y otras Herramientas del Mercado

Al ser StadCore 2.0 una herramienta de software abierta y ampliable en el campo científico, permite el desarrollo de muchas aplicaciones sobre su núcleo estadístico. A continuación se muestra un cuadro comparativo de las principales características encontradas en StadCore 2.0 y en herramientas similares en el mercado:

Nombre	Compañía Desarrolladora	Tipo de Herramienta	Trabajo compartido	Soporte modular	Soporte Gráfico	Tipo de Licencia	Año de lanzamiento	Versión actual
Microsoft Excel	Microsoft	Hoja de cálculo	SI	SI	SI	Comercial	1983	14
SPSS	SPSS Inc.	Estadística	NO	SI	SI	Comercial	1968	17
Statgraphics Centurion XVI	Statpoint Inc.	Estadística	NO	SI	SI	Comercial	1980	16
XLSTAT	SXLSTAT	Estadística	SI (Excel)	NO	SI	Comercial	1995	Por Módulo
MacAnova	Escuela Estadística - Universidad de Minnessota	Estadística	NO	SI	NO	Gratuita	1987	5.05
Psicomet	Psico Consult C.A.	Test	NO	NO	Limitado	Comercial	?	2.0
Google Docs & Spreadsheets	Google	Hoja de cálculo compartida	SI	NO	SI	Gratuita	2006	Beta

**Tabla 2-2: Cuadro comparativo de las Herramientas Evaluadas**

### 2.7.1. Características Faltantes de las Herramientas del Mercado

A continuación se presentan las características que no han sido encontradas en las herramientas de software evaluadas y que StadCore 2.0 pretende cubrir. Se presentarán separadas de acuerdo a la clasificación que se está considerando:

#### i Estadística - Gráficas

- La posibilidad de ampliación es nula o, de ser posible, requiere por lo menos del conocimiento de algún lenguaje de programación.
- Las extensiones a las herramientas no siempre aprovechan las capacidades gráficas propias de la herramienta.

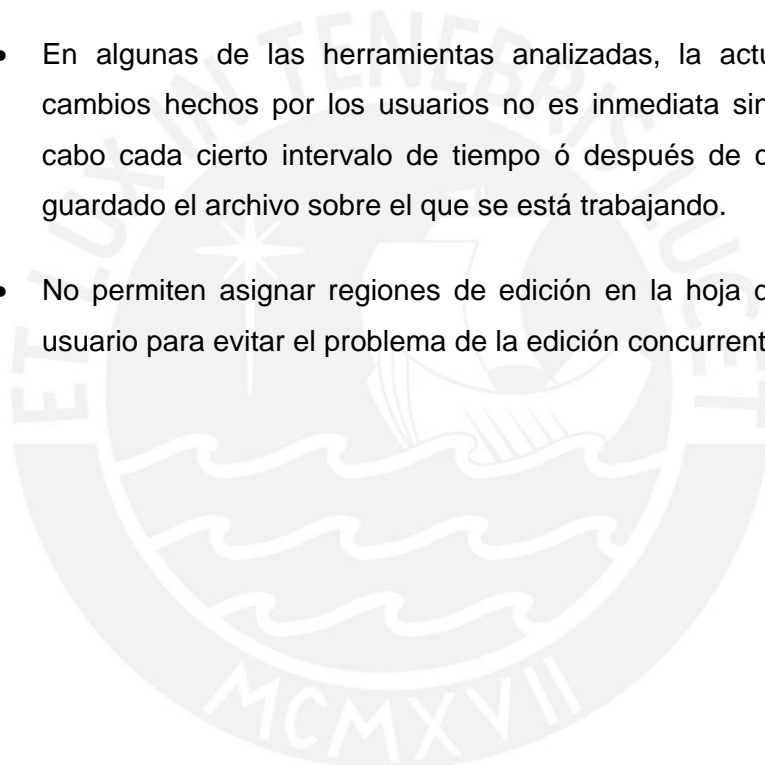
#### ii Test

- La exportación e importación de los datos no es posible ya que no tiene dicha funcionalidad implementada.
- Sólo tiene un modo de ingreso de datos en el que necesariamente el entrevistador es el que los ingresa.

- Su aprovechamiento a la psicometría se basa en funciones generales ya que las principales están orientadas a otras áreas, cómo la selección de personal.

### iii Trabajo Compartido

- Muchas de las herramientas analizadas no permiten el trabajo compartido. Aquellas que tienen dicha capacidad sólo poseen funciones de hoja de cálculo básicas y no permiten la ampliación de sus funcionalidades para expandir el alcance de la herramienta ni se pueden usar sus capacidades de trabajo compartido con otras herramientas.
- En algunas de las herramientas analizadas, la actualización de los cambios hechos por los usuarios no es inmediata sino que se lleva a cabo cada cierto intervalo de tiempo ó después de que el usuario ha guardado el archivo sobre el que se está trabajando.
- No permiten asignar regiones de edición en la hoja de cálculo a cada usuario para evitar el problema de la edición concurrente.



### 3. Análisis de la Herramienta StadCore 2.0

En éste capítulo se presenta el análisis de la herramienta StadCore 2.0 el cual se basará en el análisis de la herramienta StadCore 1.0 y las nuevas funcionalidades que pretenden desarrollar. Este análisis se presenta utilizando los siguientes diagramas UML: casos de uso del software, diagramas de actividades y diagrama de clases de análisis.

#### 3.1. Casos de Uso

Los casos de uso muestran la interacción entre los actores y las funcionalidades del sistema. A continuación se presenta la especificación de actores así como también los diagramas de casos de uso agrupados por vistas describiendo cada uno de ellos.

### 3.1.1. Especificación de los Actores

Los actores que interactúan con la herramienta StadCore 2.0 se muestran en la siguiente figura:



**Figura 3-1: Actores de la herramienta StadCore 2.0**

A continuación, se detalla el alcance de cada uno de ellos:

#### I. Usuario

Representa a la persona que usa la herramienta para hacer cálculos. También puede ejecutar algún módulo específico, como por ejemplo el de psicometría; éstos podrán ser investigadores, docentes o alumnos que requieran realizar cálculos especializados.

#### II. Módulo

Representa a un módulo configurado y activado en la herramienta para así ampliar la utilidad de la misma. De este modo, ofrecería al usuario de propósito general y/o al investigador de psicometría la funcionalidad que tenga implementada.

### 3.2. Diagramas de Casos de Uso

Los diagramas de caso de uso que se muestran a continuación están agrupados en vistas de casos de uso y actores.

#### I. Vista Casos de Uso del Núcleo StadCore 2.0.

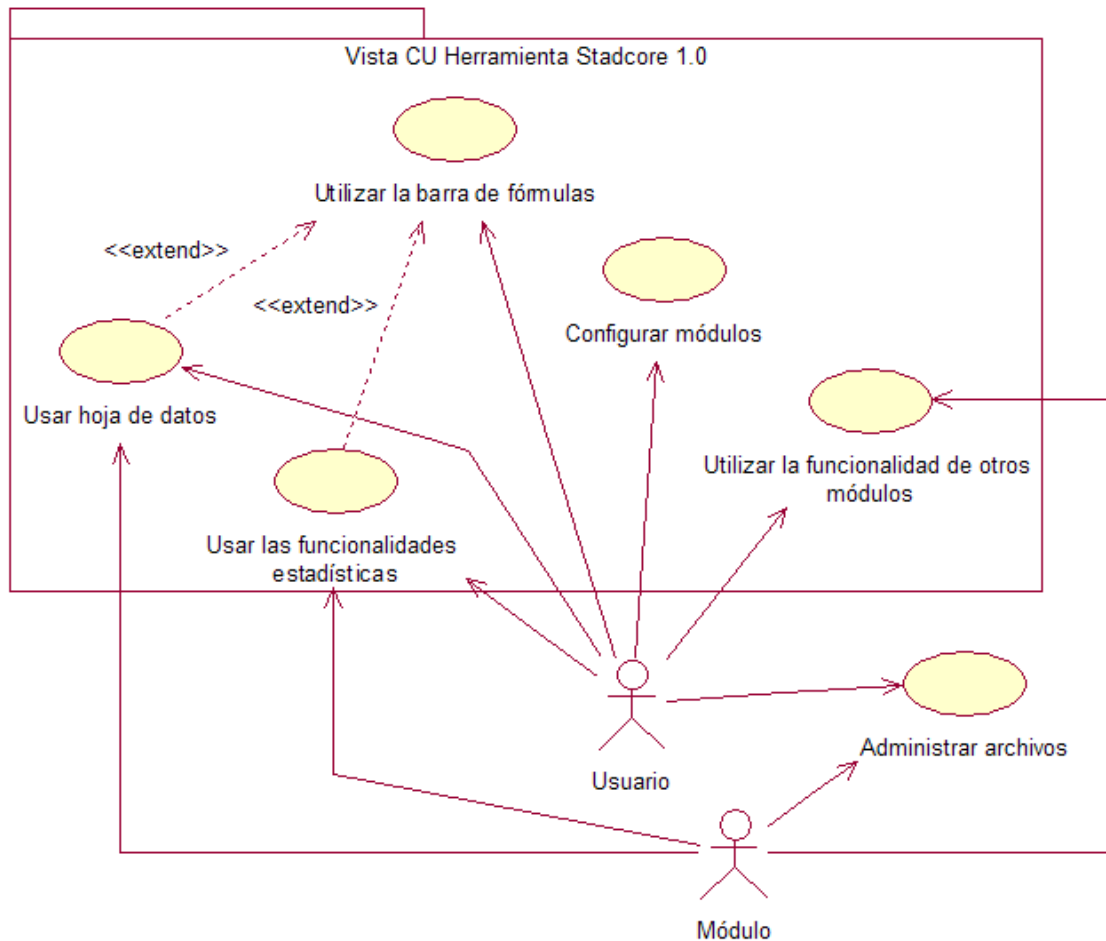


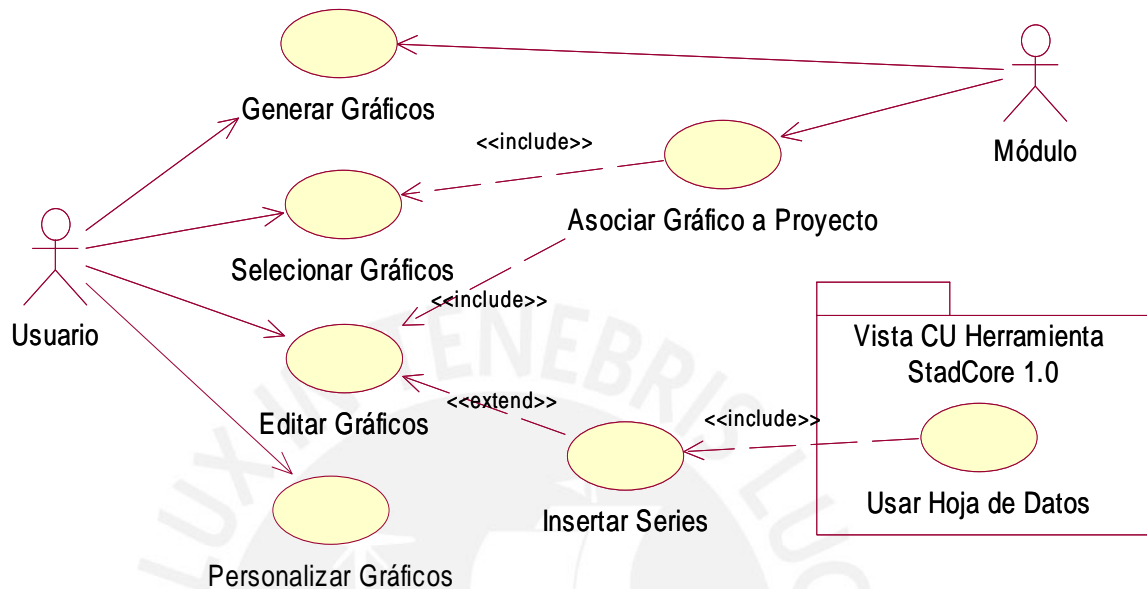
Figura 3-2: Diagrama de Casos de Uso del Núcleo

Descripción de Casos de Uso:

- UC\_NUC\_01 - Administrar archivos: El propósito de este caso de uso es cargar o guardar el contenido de la hoja de datos de o a un archivo, en uno de los 3 diferentes formatos soportados.

Los casos de uso pertenecientes a la vista CU herramienta StadCore 1.0 se encuentran detallados en el **Anexo B**.

## II. Vista de Casos de Uso de Gráficos.



**Figura 3-3: Diagrama de Casos de Uso del Núcleo - Parte Gráfica**

Descripción de Casos de Uso:

- UC\_GRA\_01 – Seleccionar gráficos: El propósito de este caso de uso es poder seleccionar los diversos tipos de gráficos que la herramienta permite graficar.
- UC\_GRA\_02 – Editar gráficos: El propósito de este caso de uso es poder ingresar datos a graficar por series o colecciones de datos.
- UC\_GRA\_03 – Asociar gráfico a proyecto: El propósito de este caso de uso es poder guardar un gráfico como parte de un proyecto de los módulos que soportará la herramienta.
- UC\_GRA\_04 –Insertar serie: El propósito de este caso de uso es poder seleccionar de la hoja de datos o ingresar manualmente un conjunto de valores de input para la creación del gráfico.

- UC\_GRA\_05 – Generar Gráfico: El propósito de este caso de uso es poder crear el gráfico en función de sus valores de entrada. Este caso de uso permite tener una vista previa antes de cargarlo a la herramienta.
- UC\_GRA\_06 - Personalizar Gráfico: Este caso de uso permite modificar el estilo del grafico generado.

III. Vista de Casos de Uso del Módulo de Psicometría:

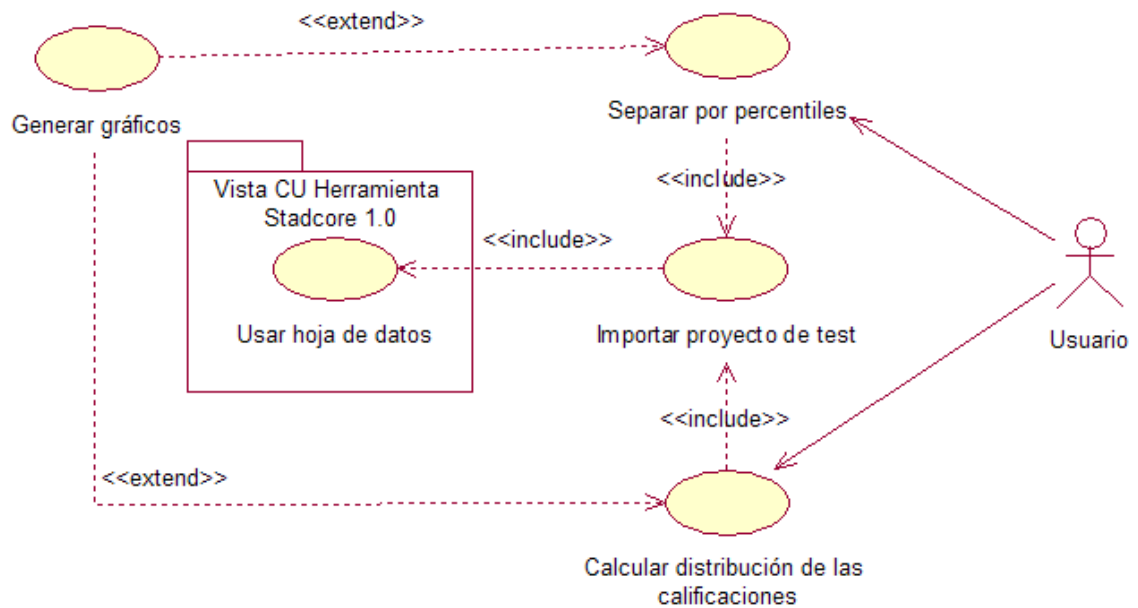


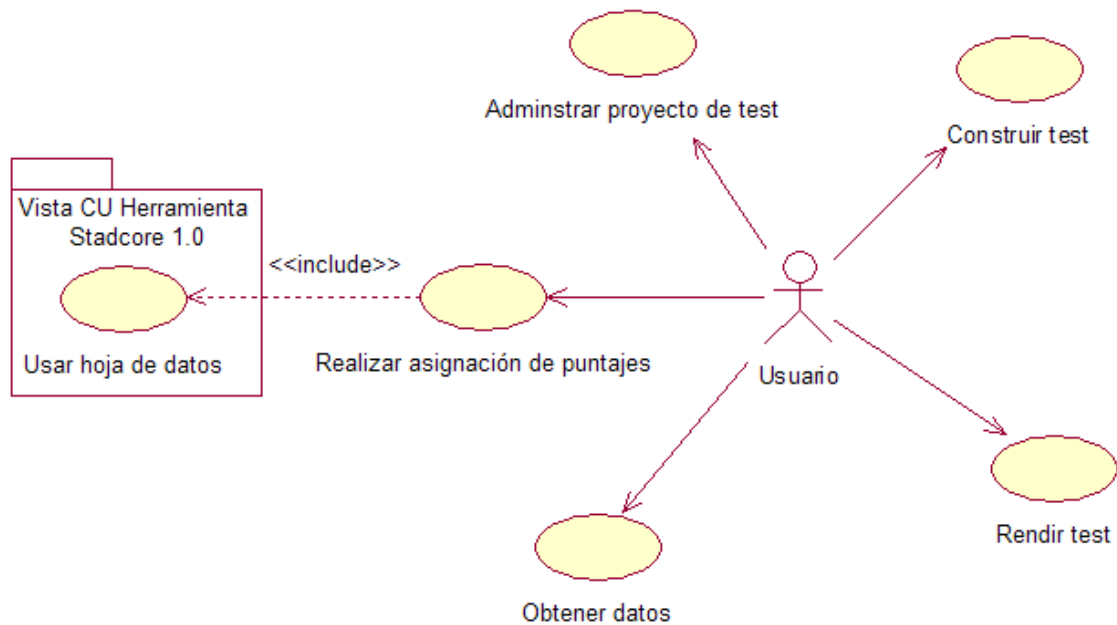
Figura 3-4: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Psicometría

Descripción de Casos de Uso:

- UC\_PSIC\_01 - Separar por percentiles: Éste caso de uso permite calcular percentiles estadísticos respecto de los resultados obtenidos.
- UC\_ PSIC \_02 - Calcular distribución de las calificaciones: El propósito de este caso de uso es realizar la asignación de puntajes sobre la distribución de los resultados.
- UC\_ PSIC \_03 - Importar proyecto de test: El propósito de este caso de uso es el de importar los datos de toma de un test en una hoja de datos.



## IV. Vista de Casos de Uso del Módulo de Test:

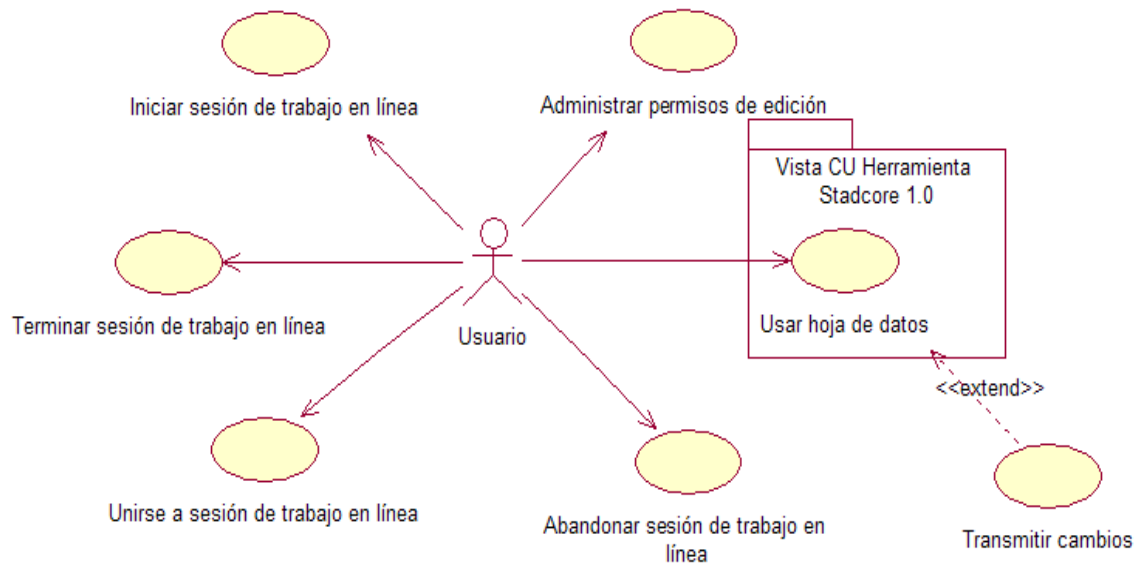


**Figura 3-5: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Test**

## Descripción de Casos de Uso:

- UC\_TEST\_01 – Administrar proyecto de test: El propósito de este caso de uso es el de administrar los archivos que contienen la información referente a un test.
- UC\_TEST\_02 – Construir test: El propósito de este caso de uso es construir un test agregando preguntas y sus respectivas alternativas de respuesta.
- UC\_TEST\_03 – Obtener datos: El propósito de este caso de uso es el de cargar las respuestas dadas por los pacientes a las preguntas de un test desde un archivo .csv.
- UC\_TEST\_04 - Realizar asignación de puntajes: El propósito de este caso de uso es asignar el puntaje correspondiente a cada una de las respuestas de los pacientes al test y volcar dichos resultados en la hoja de datos.
- UC\_TEST\_05 – Rendir test: El propósito de este caso de uso es registrar las respuestas dadas por los pacientes a la preguntas de un test.

## V. Vista de Casos de Uso del Módulo de Trabajo en Línea:



**Figura 3-6: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Trabajo en Línea**

## Descripción de Casos de Uso:

- UC\_TLN\_01 – Iniciar sesión de trabajo en línea: El propósito de este caso de uso es el iniciar una sesión de trabajo en línea para permitir a otros usuarios unirse a ella.
- UC\_TLN\_02 – Terminar sesión de trabajo en línea: El propósito de este caso de uso es terminar una sesión de trabajo en línea.
- UC\_TLN\_03 – Unirse a sesión de trabajo en línea: El propósito de este caso de uso es permitir al usuario unirse a una sesión de trabajo en línea ya iniciada.
- UC\_TLN\_04 – Abandonar sesión de trabajo en línea: El propósito de este caso de uso es permitir al usuario abandonar la sesión de trabajo en línea a la que se encuentra conectado.
- UC\_TLN\_05 – Administrar permisos de edición: El propósito de este caso de uso es administrar la lista de rangos de celdas sobre los cuales cada usuario tiene permisos de edición.

- UC\_TLN\_06 – Transmitir cambios: El propósito de este caso de uso es transmitir los cambios hechos por un usuario en el contenido de una celda al resto de usuarios.

Las especificaciones detalladas de los casos de uso descritos en esta sección se encuentran en el **Anexo B**.

### 3.3. Diagrama de Clases de Análisis

En los diagramas de clases de análisis de la herramienta StadCore 2.0 se presentan brevemente las principales clases identificadas para su desarrollo, los cuales han sido elaborados utilizando la notación UML. A continuación se muestran los diagramas correspondientes a la parte gráfica del núcleo y a los módulos de test y trabajo en línea.

#### 3.3.1. Diagrama de Clases de Análisis de Gráficos

El Diagrama de Clases de Análisis de la parte gráfica del núcleo muestra las clases que tienen como propósito dar el soporte al manejo de gráficos estadísticos dentro del entorno de la herramienta. Las clases se interrelacionan entre sí tanto para permitir el manejo de los datos, las referencias a la hoja de datos y las actualizaciones. Cada gráfico se soporta sobre dos grupos de clases: un grupo que maneja su definición lógica y el otro que la implementa físicamente.

La Figura 3-7 muestra el diagrama de clases de análisis de la parte del núcleo correspondiente a los gráficos.

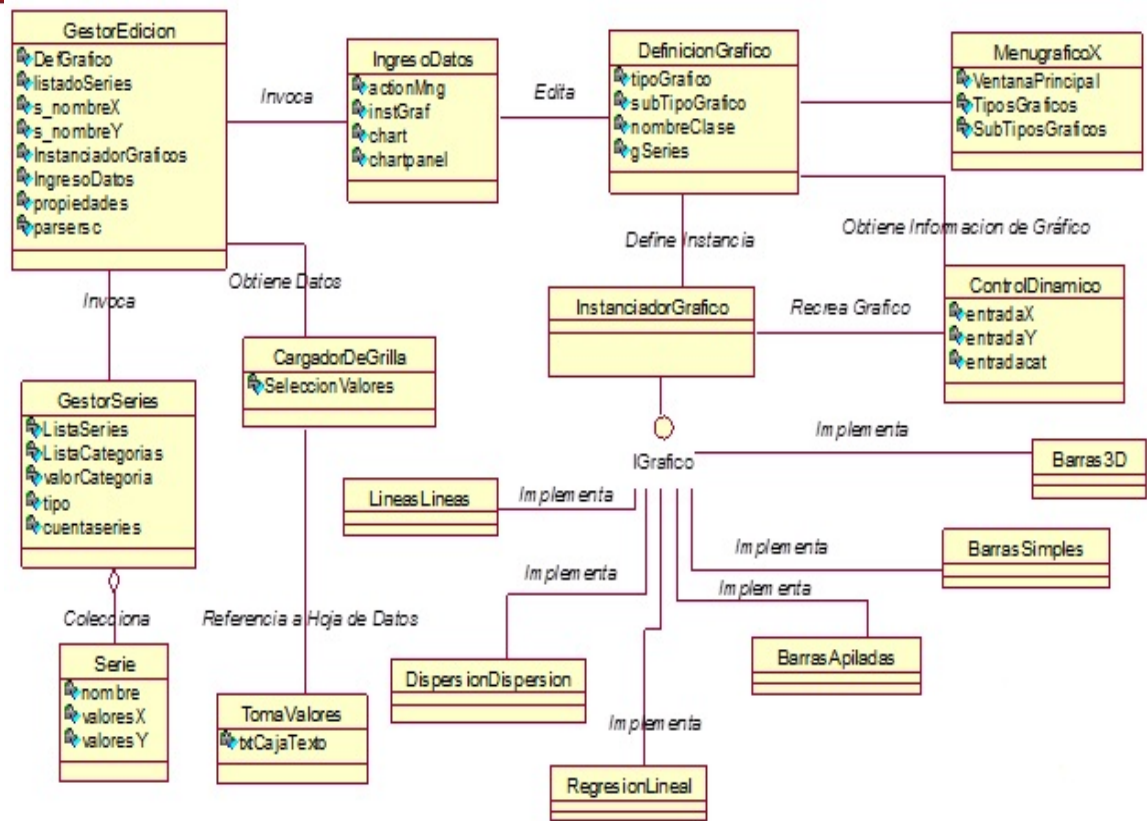


Figura 3-7: Diagrama de clases de análisis de gráficos

En la siguiente tabla se resume las clases mostradas en la Figura 3-7.

Clase	Descripción
GestorEdicion	Clase que se encarga de administrar la edición de cualquier gráfico soportado por la herramienta.
IngresoDatos	Clase que implementa la interfaz gráfica de edición. En esta se implementa una vista previa que se actualiza dinámicamente según se vayan ingresando los datos.
DefinicionGrafico	Esta clase es una de las más importantes por ser la que encapsula todas las características de cualquier gráfico soportado por la herramienta.
MenuGraficoX	Clase que implementa la interfaz de usuario para la selección de gráficos. Interactúa con la clase GraficosXML que es la encargada de leer las definiciones de los gráficos soportados por la herramienta desde el archivo XMLGraficos.xml.
GestorSeries	Esta clase es la encargada de administrar las series de datos que los gráficos utilizan para su creación.
CargadorDeGrilla	Clase encargada de gestionar la comunicación con la hoja de datos.
InstanciadorGrafico	Esta clase es la encargada de instanciar objetos de la clase JFreeChart mediante el uso de polimorfismo.

Clase	Descripción
ControlDinamico	Esta clase sirve para registrar los cambios en las referencias a los datos de los objetos DefinicionGrafico. Esta clase también se encarga de ejecutar el refresco y actualización dinámica de los gráficos.
Serie	Clase que define a una serie de datos.
TomaValores	Clase que implementa la interfaz gráfica que permite la selección de datos de la hoja de datos.
IGrafico	Interfaz que define los métodos que deben implementar las clases que implanten un gráfico de la herramienta.
LineasLineas	Clase que implementa la interfaz IGrafico y define la creación de un gráfico de líneas simples.
DispersionDispersion	Clase que implementa la interfaz IGrafico y define la creación de un gráfico de dispersión.
RegresionLineal	Clase que implementa la interfaz IGrafico y define la creación de un gráfico de regresión lineal simple.
BarrasApiladas	Clase que implementa la interfaz IGrafico y define la creación de un gráfico de barras apiladas.
BarrasSimples	Clase que implementa la interfaz IGrafico y define la creación de un gráfico de barras simples.
Barras3D	Clase que implementa la interfaz IGrafico y define la creación de un gráfico de barras en 3D.

**Tabla 3-1: Definiciones de Diagrama de Clases de análisis de gráficos.**

### 3.3.2. Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Test

El diagrama de clases del módulo de test muestra las clases que tienen como propósito manejar toda la información referente a un proyecto de test en la herramienta. Un grupo de clases representa la información contenida en un proyecto de test, mientras que una clase se encarga de cargar esta información desde almacenamiento persistente a objetos de dicho grupo de clases y viceversa.

La Figura 3-8 muestra el diagrama de clases de análisis del módulo de test.

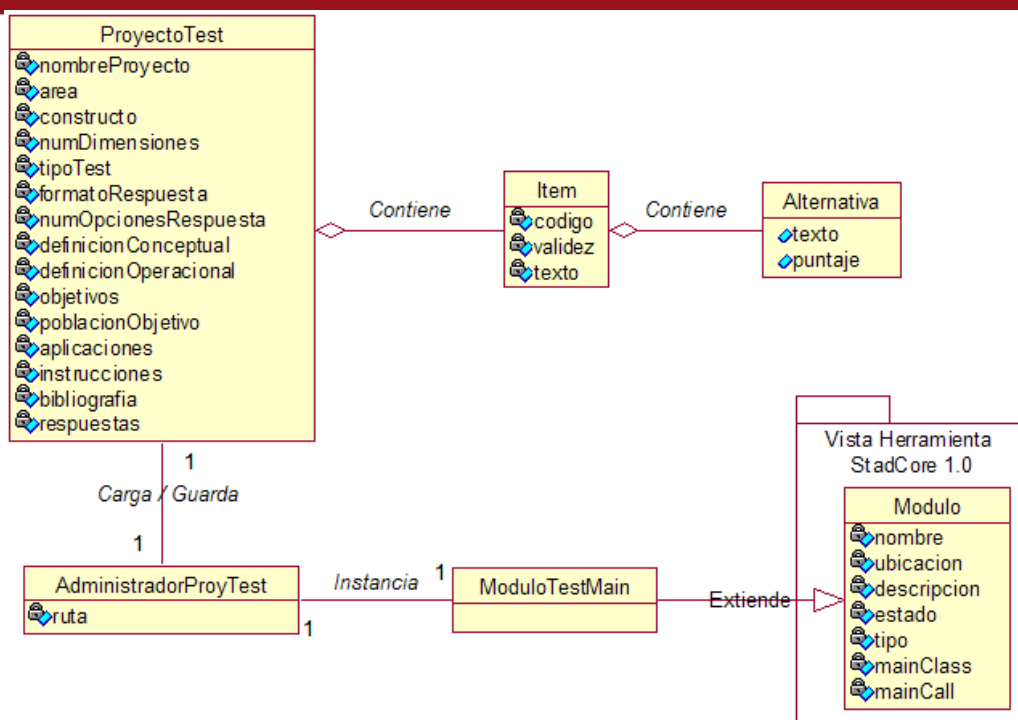


Figura 3-8: Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Test

En la siguiente tabla se resume las clases mostradas en la figura anterior:

Clase	Descripción
AdministradorProyTest	Clase que se encarga de cargar y guardar un proyecto de test
Alternativa	Clase que representa una única alternativa de respuesta a una de las preguntas del test
Item	Clase que representa una única pregunta del test
ModuloTestMain	Clase que implementa la interfaz Modulo y permite la conexión del módulo de test con el núcleo
ProyectoTest	Clase que contiene la estructura necesaria para guardar toda la información referente a un proyecto de test

### 3.3.3. Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Trabajo en Línea

El diagrama de clases del módulo de trabajo en línea muestra las clases que implementan la funcionalidad presente en dicho módulo. Existen clases que implementan un modelo de comunicación cliente-servidor y que permiten a un usuario iniciar una sesión de trabajo en línea y a otros unirse a dicha sesión, y existen también clases que enlazan a estas últimas con la interfaz de usuario, de modo que las acciones de un usuario se transmitan al resto de usuarios conectados.

La Figura 3-9 muestra el diagrama de clases del módulo de trabajo en línea.

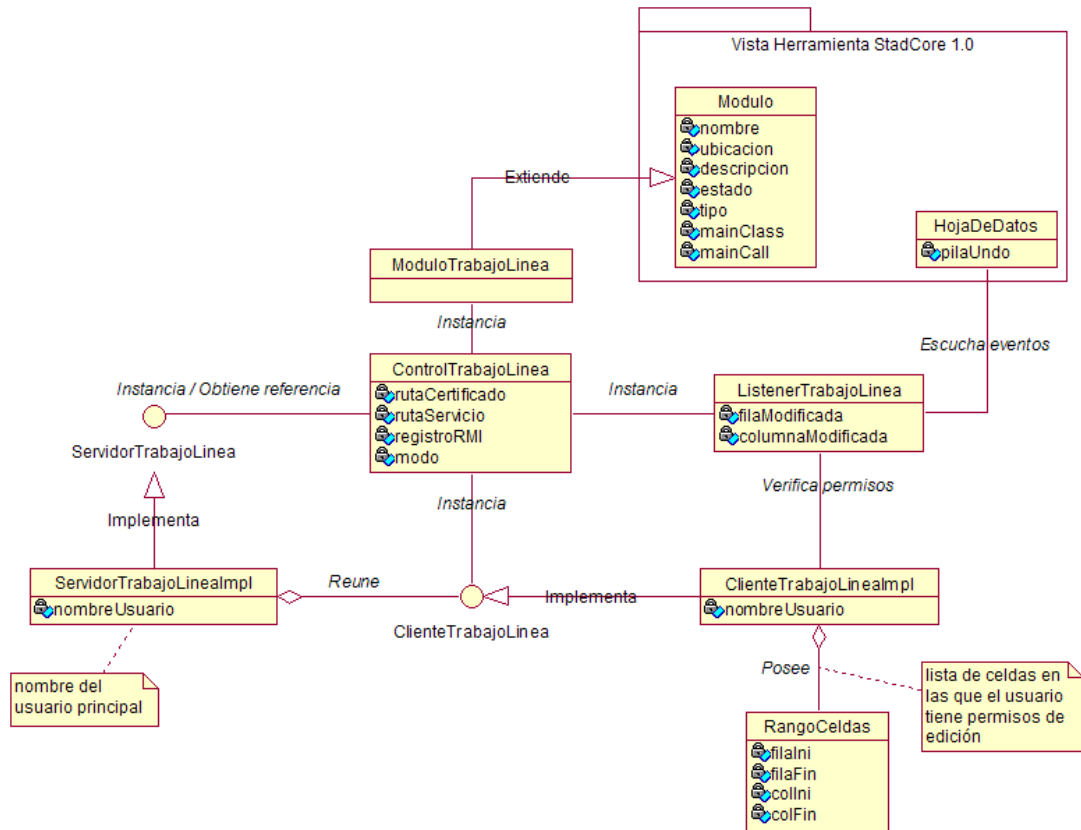


Figura 3-9: Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Trabajo en Línea

En la siguiente tabla se resume las clases mostradas en la figura anterior:

Clase	Descripción
ClienteTrabajoLinea	Interfaz que representa al cliente de trabajo en línea, encargado de transmitir los cambios de los usuarios al usuario principal
ClienteTrabajoLineaImpl	Implementación de la interfaz ClienteTrabajoLinea
ControlTrabajoLinea	Clase que se encarga de comunicar la interfaz de usuario con las clases propias del módulo
ModuloTrabajoLinea	Clase que implementa la interfaz Modulo y permite la conexión del módulo de trabajo en línea con el núcleo
ServidorTrabajoLinea	Interfaz que representa el servidor de trabajo en línea, encargado de recibir y retransmitir los cambios hechos por los usuarios
ServidorTrabajoLineaImpl	Implementación de la interfaz ServidorTrabajoLinea
RangoCeldas	Clase que representa un rango de celdas asignado a un usuario

El diccionario de las clases de análisis se encuentra en el **Anexo C**.

## 4. Diseño y Construcción de la herramienta StadCore 2.0

En el presente capítulo se presentan las etapas finales del proyecto, las cuales corresponden al diseño y construcción de la herramienta.

En el capítulo 2 se trató la primera parte de la etapa "Hacer" del ciclo de Shewhart/Deming (presentado en el marco teórico de este trabajo de tesis), la cual comprendía proponer las medidas para la mejora del proceso de corrección de tests. En este capítulo se desarrolla la segunda parte de la etapa "Hacer", que comprende implementar las mejoras propuestas. Dichas mejoras se implementan desarrollando las extensiones a la herramienta detalladas en capítulos anteriores, para lo cual se mostraran los puntos de diseño de UML, que corresponden al diagrama de arquitectura y a los diagramas de secuencias.

Posteriormente se presenta la selección del lenguaje de programación, herramientas y extensiones que se están utilizando con el fin de desarrollar el proyecto.



Luego se detallan las especificaciones de diseño que se consideraron en la programación de la herramienta StadCore 2.0. En ese subcapítulo se podrá comprender la lógica que se utilizó para la implementación de las funcionalidades.

Finalmente, se presentan los casos de prueba de la herramienta con los cuales se garantiza su correcto funcionamiento.

## 4.1. Arquitectura de la Herramienta

A continuación se presentan los diagramas de diseño correspondientes a la arquitectura de la herramienta. Esta arquitectura es la que soporta la integración con otros módulos y funcionalidades futuras; en esencia, no ha variado en gran medida desde la primera versión que se desarrolló.

### 4.1.1. Diagrama de Paquetes

El diagrama de paquetes que se presenta a continuación muestra las clases más importantes agrupadas dentro de paquetes.

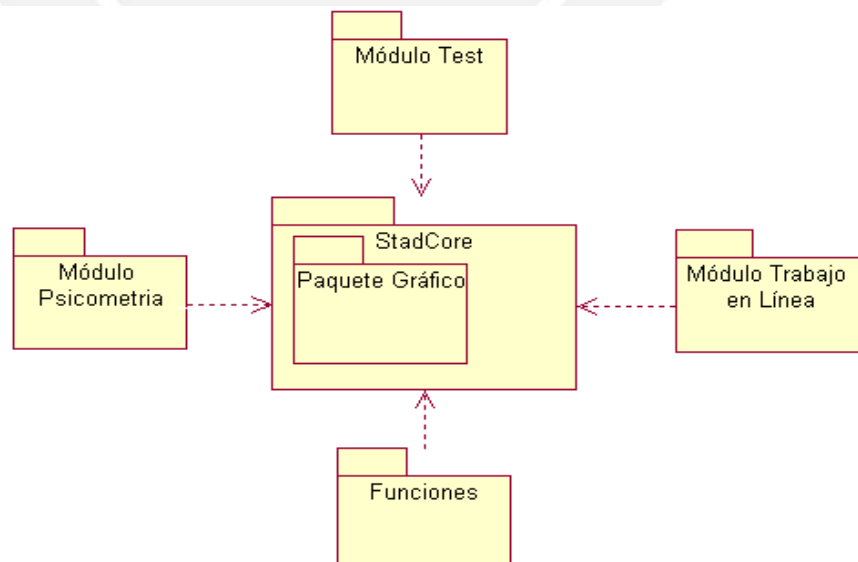


Figura 4-1: Diagrama de Paquetes

- **StadCore:** Paquete principal de la aplicación. Maneja toda la herramienta y sus configuraciones. Ella contiene, además de las clases que implementan las funcionalidades de la primera versión, las funcionalidades del manejo de archivos y el soporte gráfico.
- **Funciones:** Paquete que contiene todas las funciones de estadística implementadas.
- **Módulo de Psicometría:** Paquete que contiene las clases que maneja los procedimientos de Normas y Baremos con sus respectivas interfaces.
- **Módulo de Test:** Paquete que contiene las clases que manejan la creación de tests, con sus respectivas interfaces.
- **Módulo de Trabajo en Línea:** Paquete que contiene las clases que hacen posible el trabajo compartido de múltiples usuarios, con sus respectivas interfaces.

#### 4.1.2. Diagrama de Componentes

A continuación se presentan los componentes principales que se encuentran en la herramienta StadCore 2.0. Posteriormente se podrá observar un cuadro sobre la ubicación de cada componente dentro del paquete que le corresponde y la descripción de los mismos.

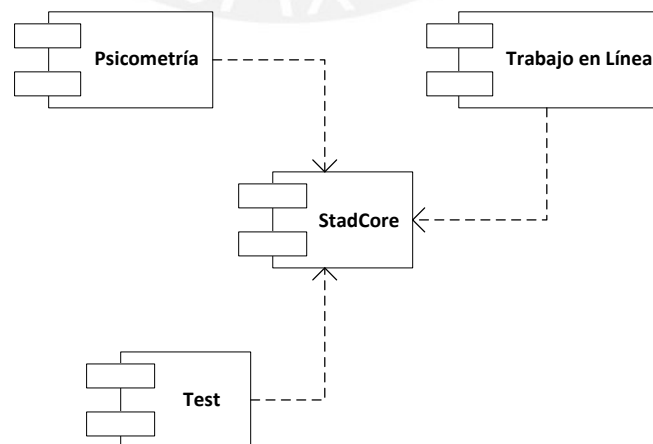


Figura 4-2: Diagrama de Componentes

Componente	Elementos
StadCore	Stadcore.jar StadcoreCfg.xml Estadistica.jar
Módulo de Psicometría	Psicometria.jar Pkpsicfg.xml
Módulo de Test	Test.jar
Módulo de Trabajo en Línea	TrabajoLinea.jar

**Tabla 4-1: Componentes de la herramienta y sus elementos**

Elementos	Descripción
Stadcore.jar	Paquete principal de la herramienta que contiene la hoja de datos, el manejador de archivos, el soporte gráfico y toda la lógica necesaria para establecer las conexiones entre los distintos componentes.
StadcoreCfg.xml	Archivo que contiene la configuración del núcleo.
Estadistica.jar	Paquete que contiene las librerías de todas las funciones estadísticas y distribuciones implementadas de la herramienta.
Psicometria.jar	Paquete principal del módulo de psicometría que contiene la lógica de los procesos de normas y baremos, el manejador del archivo del proyecto de psicometría y de las funciones de psicología implementadas con base estadística.
Test.jar	Paquete principal del módulo de test, que contiene la lógica de creación de tests y proyectos de test, así como de recolección de resultados de un test, asignación de puntajes y volcado de resultados a la hoja de datos.
TrabajoLinea.jar	Paquete principal del módulo de trabajo en línea, que contiene toda la lógica que hace posible la edición compartida de una hoja de datos.

**Tabla 4-2: Descripción de los elementos de cada componente de la herramienta**

## 4.2. Diagramas de Secuencias

Un diagrama de secuencia muestra la interacción de un conjunto de objetos en una aplicación a través del tiempo mediante el intercambio de mensajes en un momento dado.

A continuación se presentan los diagramas de secuencia más importantes de la herramienta StadCore 2.0. En primer lugar se muestran los que pertenecen al núcleo, principalmente al correspondiente al paquete de gráficos, y posteriormente los que corresponden a los módulos de test y de trabajo en línea.

#### 4.2.1. Diagramas de Secuencias del Núcleo

A continuación se presentan los diagramas de secuencia del paquete gráfico que forma parte del núcleo de la herramienta StadCore 2.0:

##### I. Selección de Gráficos

El diagrama de secuencia de selección de gráficos detalla los pasos realizados para seleccionar el tipo de gráfico a generar por el usuario, definiéndose y editándose dinámicamente. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-3.

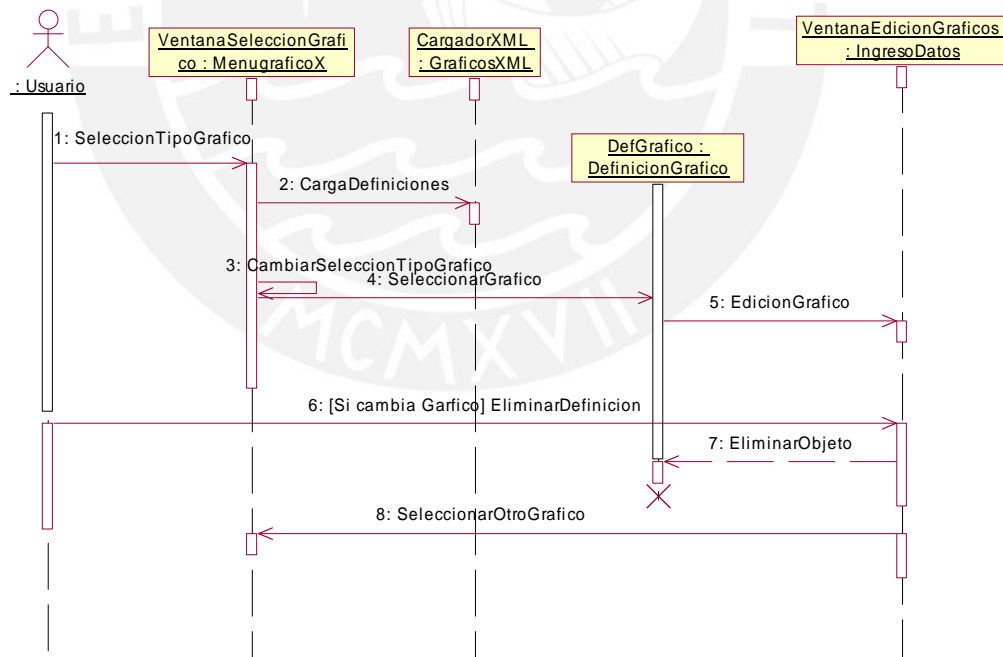


Figura 4-3: Diagrama de Secuencias - Selección de Gráficos

## II. Editar Gráficos

El diagrama de secuencia para editar gráficos especifica los pasos a seguir para editar un gráfico utilizando la herramienta. El usuario al seleccionar el gráfico a implementar debe de interactuar con la hoja de datos para obtener las referencias a los datos. Estos están agrupados en series de datos y categorías que se irán graficando dinámicamente en una vista previa. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-4.



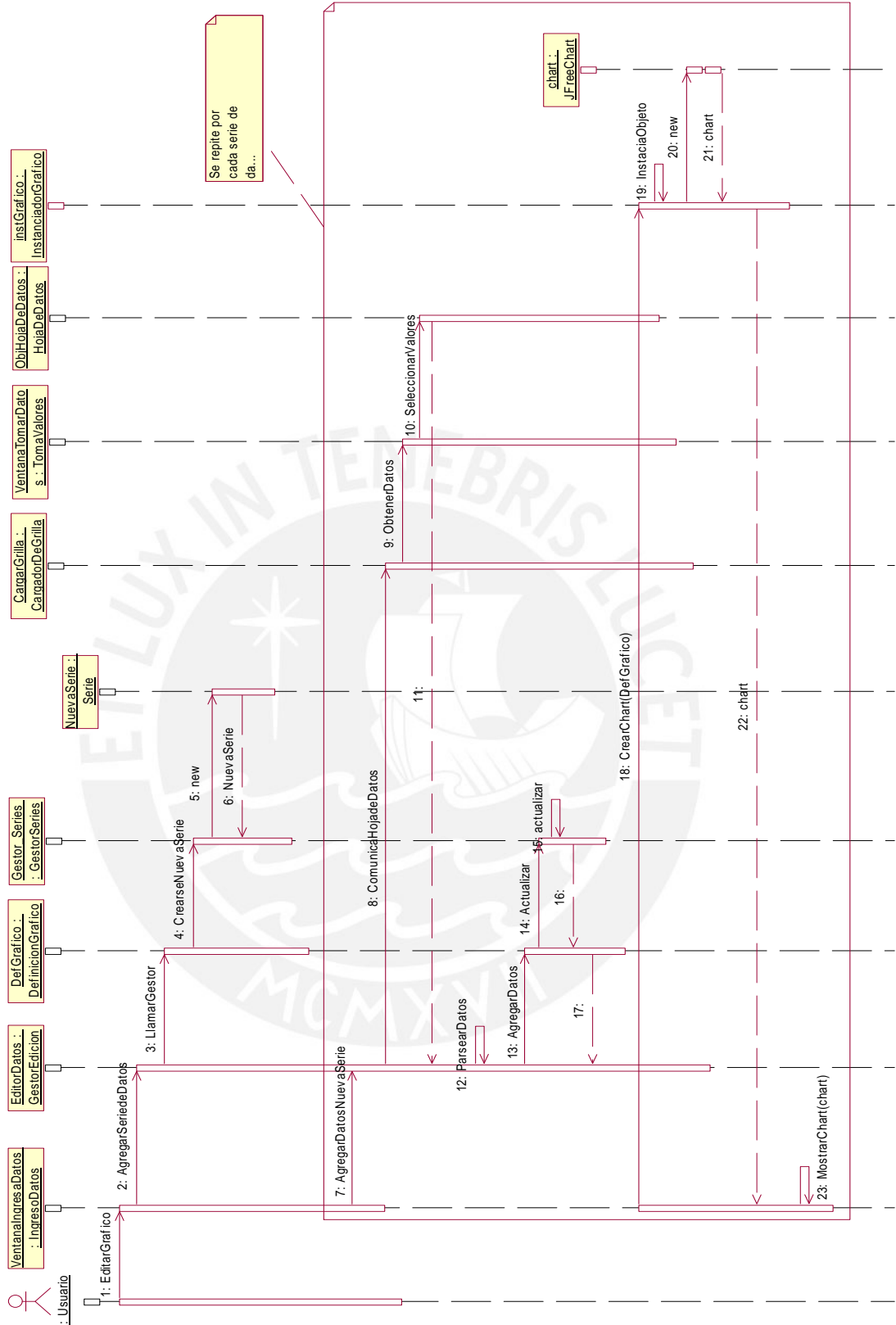


Figura 4-4: Diagrama de Secuencias - Editar Gráficos

### 4.2.2. Diagramas de Secuencias del Módulo de Test

A continuación se presentan los diagramas de secuencia más importantes del módulo de test:

#### I. Construir test

El diagrama de secuencia de construcción de test muestra la secuencia de pasos que se ejecutan para construir un test usando la herramienta. Incluye el ingreso de datos de la cabecera del proyecto y la adición de ítems al test. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-5.

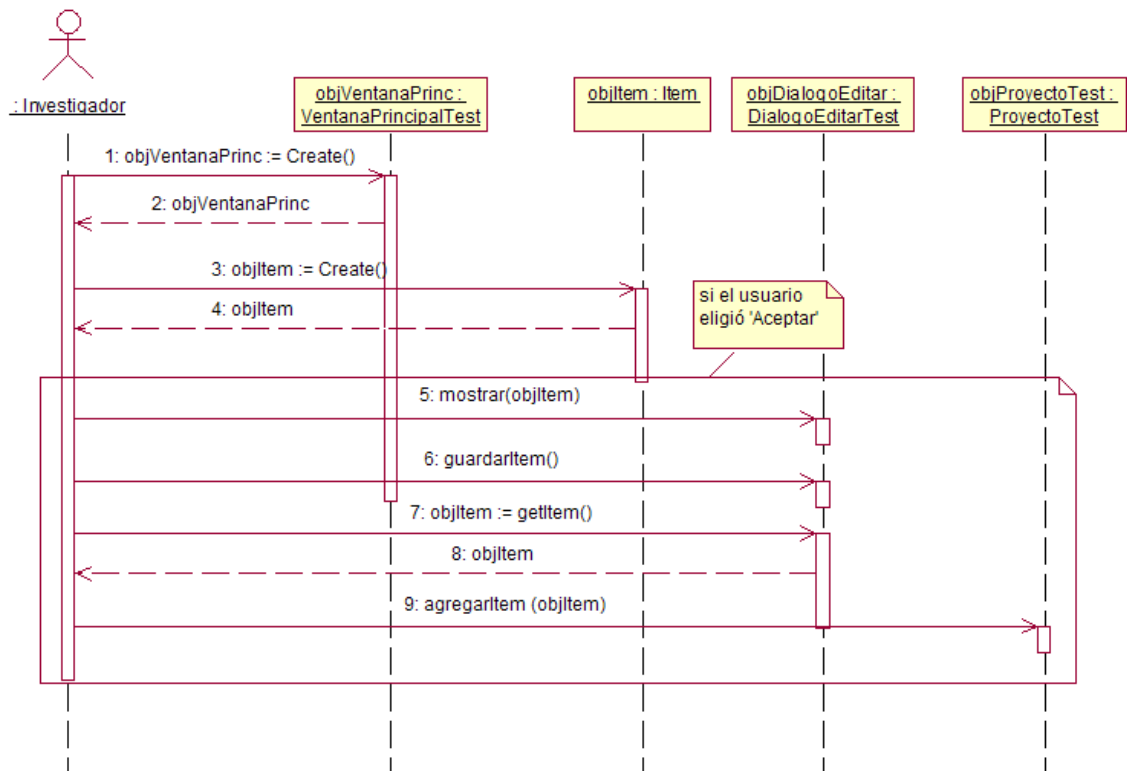


Figura 4-5: Diagrama de Secuencias - Construir test

### 4.2.3. Diagramas de Secuencias del Módulo de Trabajo en Línea

A continuación se presentan los diagramas de secuencia más importantes del módulo de trabajo en línea:

## I. Transmitir cambios

El diagrama de secuencia de la transmisión de cambios especifica los pasos ejecutados por el módulo para transmitir los cambios hechos por un usuario al resto de usuarios conectados a la sesión de trabajo en línea. Esta secuencia incluye verificar que el usuario cuenta con permisos de edición sobre la celda que intenta editar y, de ser ese el caso, de transmitir los contenidos al resto de usuarios. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-6.

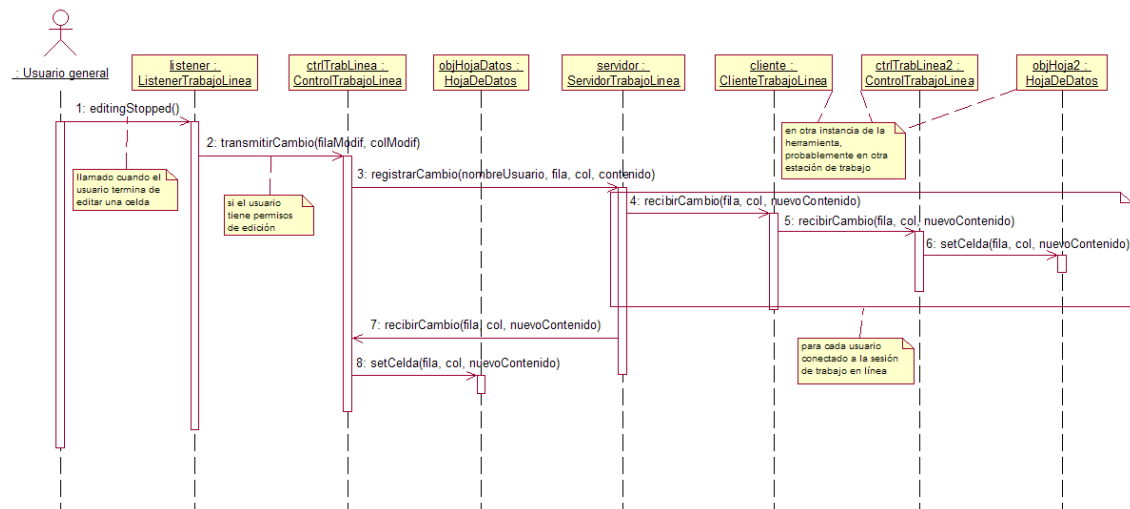


Figura 4-6: Diagrama de Secuencias - Transmitir cambios

### 4.3. Diseño de la Interfaz de Usuario

En esta sección se expondrá la estructura usada para diseñar la interfaz de usuario de la herramienta Stadcore 2.0. Luego se mostrarán las principales pantallas que componen la interfaz gráfica de la herramienta.

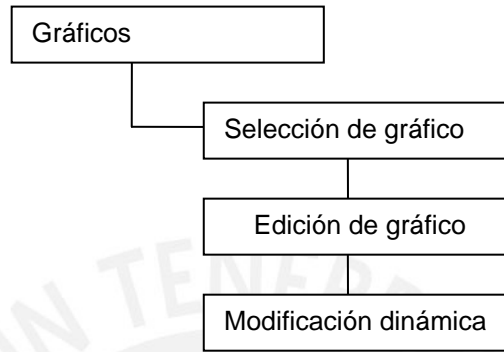
#### 4.3.1. Estructura de Menús

La estructura de los menús de navegación se encuentra agrupada por funcionalidades manteniendo la organización y navegabilidad al igual que en SatdCore 1.0. Las nuevas funcionalidades agregadas a la herramienta incluyen nuevas opciones que permiten acceder a éstas.



## I. Gráficos

La estructura de menús para la parte gráfica de la herramienta se muestra en la Figura 4-7



**Figura 4-7: Estructura de menús de gráficos del núcleo**

## II. Módulos

La estructura de menús para los módulos de test y de trabajo en línea se muestra en la Figura 4-8:

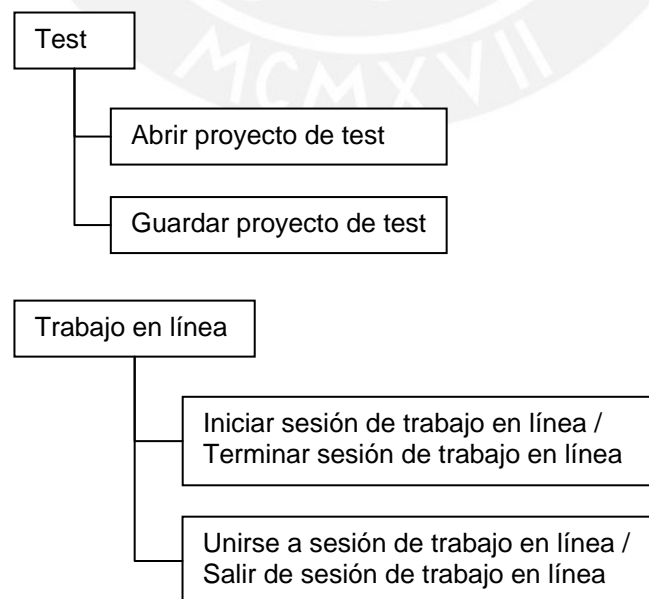


Figura 4-8: Estructura de menús de los módulos de test y trabajo en línea

### 4.3.2. Pantallas Principales de la Herramienta

#### I. Pantalla principal – Hoja de datos

La pantalla principal de la Herramienta Integrada Stadcore 2.0 permite acceder a sus funcionalidades básicas, como crear una nueva hoja de datos, abrir y guardar los datos contenidos en la hoja de datos activa, entre otras más. La hoja de datos ocupa la parte central de la pantalla principal y permite ingresar datos sobre los cuales se podrán realizar análisis y operaciones. La Figura 4-9 muestra esta pantalla.

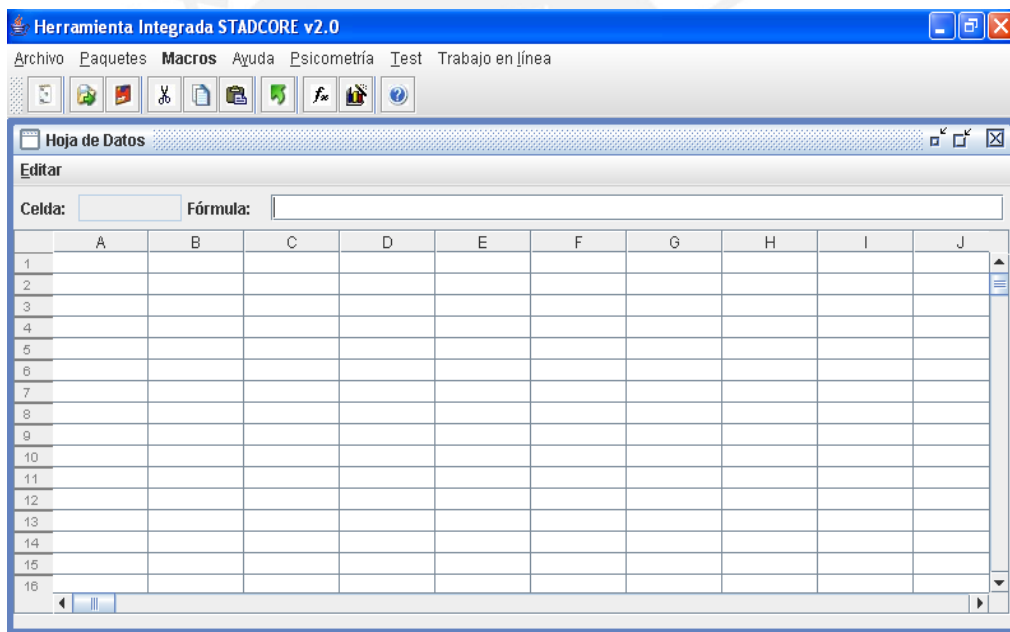
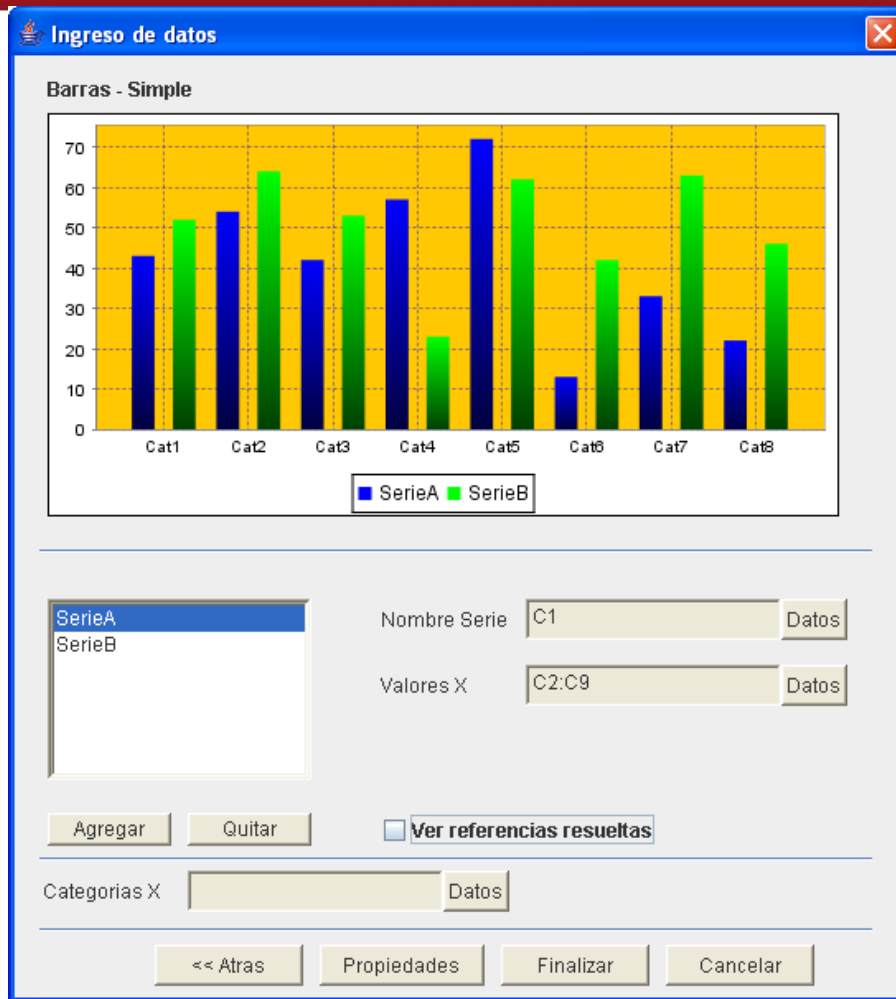


Figura 4-9: Pantalla principal de la herramienta

#### II. Pantalla de Edición de Gráficos

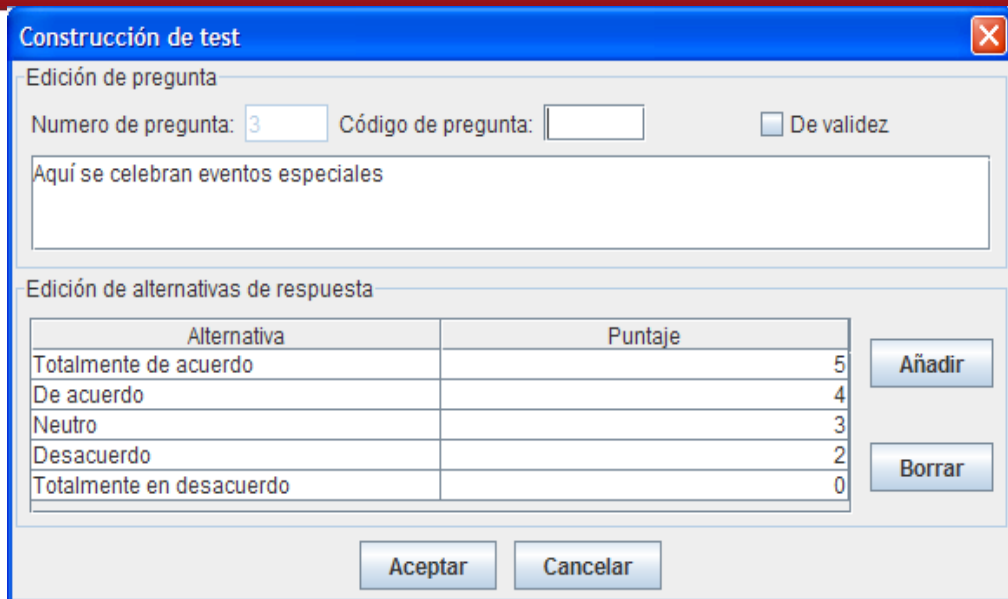
Permite la edición de los diferentes tipos de gráficos que la herramienta software puede graficar. En ella se puede notar que los datos hacen referencias a la hoja de datos de la herramienta y es posible tener una vista previa de gráfico que se está editando. La Figura 4-10 muestra esta pantalla.



**Figura 4-10: Pantalla de Edición de Gráficos**

### III. Pantalla Construcción de test

Permite al usuario añadir ítems al test o modificar los ya existentes, eliminar algún ítem, editar el enunciado del ítem y editar las alternativas de respuesta correspondientes al ítem. La Figura 4-11 muestra esta pantalla.



**Construcción de test**

Edición de pregunta

Numero de pregunta:  Código de pregunta:   De validez

Aquí se celebran eventos especiales

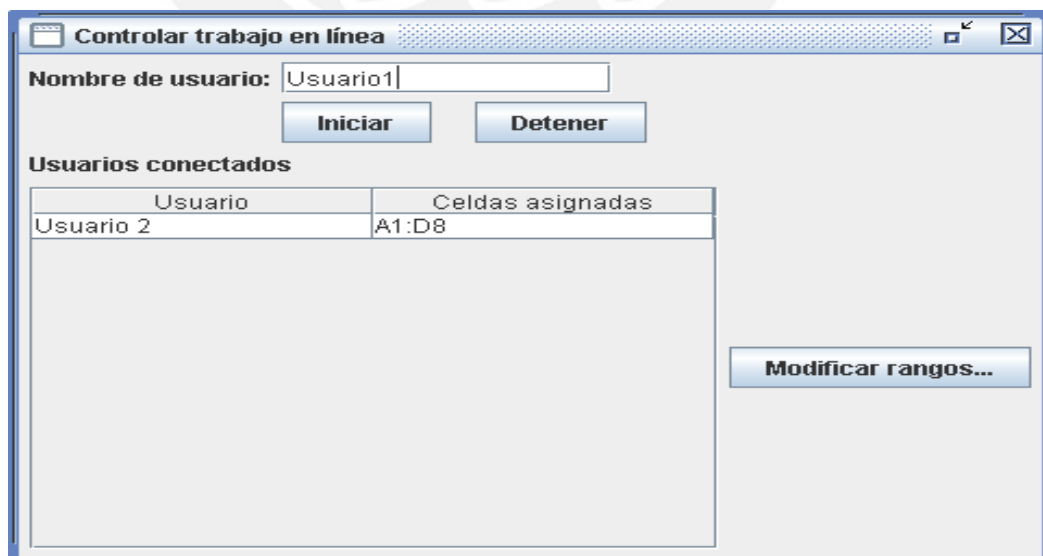
Edición de alternativas de respuesta

Alternativa	Puntaje
Totalmente de acuerdo	5
De acuerdo	4
Neutro	3
Desacuerdo	2
Totalmente en desacuerdo	0

**Figura 4-11 - Pantalla Construcción de test**

#### IV. Pantalla Controlar trabajo en línea

Permite al usuario iniciar y/o detener una sesión de trabajo en línea. También muestra al usuario la lista de usuarios conectados a la sesión y permite administrar los rangos sobre los cuales cada uno de dichos usuarios tiene permisos de edición. La Figura 4-12 muestra esta pantalla.



**Controlar trabajo en línea**

Nombre de usuario:

**Usuarios conectados**

Usuario	Celdas asignadas
Usuario 2	A1:D8

**Figura 4-12 - Pantalla Controlar trabajo en línea**

## 4.4. Implementación

Durante la ejecución de esta etapa, se siguieron los pasos detallados en las etapas de análisis y diseño para llevar a cabo la construcción de la herramienta. A continuación se presentan algunas de las consideraciones que se tomaron en cuenta al momento de su desarrollo.

### 4.4.1. Lenguaje de Programación

El lenguaje de programación que se seleccionó para desarrollar la herramienta fue Java. Las razones que se consideraron para optar por este lenguaje se basaron en su gran difusión en el mundo, su potencia, la disponibilidad de herramientas de fácil acceso y su capacidad de ejecución en diferentes sistemas operativos sin necesidad de volver a programar la herramienta.

### 4.4.2. Herramientas

A continuación se presentan las herramientas software seleccionadas para el funcionamiento y desarrollo de la Herramienta StadCore 2.0:

#### I. JDK

El Java Development Kit (mejor conocido como JDK) es un paquete que contiene las herramientas necesarias para el desarrollo en Java. Sirve para desarrollar programas en dicho lenguaje y proporciona el entorno de ejecución necesario para ejecutar dichos programas.

#### II. JDeveloper

JDeveloper es un entorno integrado de desarrollo que se encuentra disponible gratuitamente con un soporte final para modelar, depurar, optimizar y desarrollar aplicaciones en Java. Este entorno integrado ha sido desarrollado por la empresa Oracle.

### 4.4.3. Extensiones

Para desarrollar la herramienta, no sólo se utilizó el JDK, también se aprovecharon otros recursos disponibles. Los recursos aquí mencionados fueron seleccionados por cumplir las siguientes características: libre distribución, disponibilidad de documentación y simplicidad de integración al proyecto; de este modo, se consume un menor tiempo en el desarrollo al tener las soluciones necesarias al alcance. En la sección referencias, al final del presente documento, se muestran los enlaces principales de cada extensión.

#### I. Java Cryptography Extension – Bouncy Castle Cryptography Provider

La Extensión de Criptografía de Java (JCE, Java Cryptography Extension) es un conjunto de paquetes que proporciona un framework e implementaciones de algoritmos de encriptación de datos. Esta extensión, integrada en el JDK desde la versión 1.4, ha sido diseñada de modo que se puedan ‘conectar’ librerías de criptografía que provean las implementaciones de los algoritmos de encriptación y se puedan añadir nuevos algoritmos fácilmente.

Para proporcionar las implementaciones propiamente dichas de los algoritmos de encriptación, se eligió el Bouncy Castle Cryptography Provider, una librería desarrollada por The Legion of the Bouncy Castle (<http://bouncycastle.org>) y disponible libremente bajo una licencia basada en la licencia MIT X Consortium. Dicha librería debe ir incluida en el classpath.

#### II. JDOM

JDOM es una librería cuya misión es la de proveer una solución, basada en Java, para acceder, manipular y escribir data en archivos XML.

JDOM [JDM] contiene las clases que encapsulan la conexión con un archivo XML. Debe ir incluido en el classpath. JDOM se encuentra disponible bajo una variante de la licencia Apache License.

### III. Íconos

Contiene los iconos y gráficos que son utilizados en el GUI de la herramienta. Debe ir incluido en el classpath.

### IV. JFreeChart

JFreeChart [JFC] es una librería gráfica de código abierto desarrollada completamente en Java que facilita la generación de gráficas de calidad profesional en cualquier aplicación. Provee un amplio rango de tipos de gráficas, puede ser usada tanto del lado del cliente como del servidor y soporta varios tipos de salida, tales como componentes gráficos Swing, formatos de imágenes (como JPG y PNG) y formatos de gráficos vectoriales (como PDF, EPS y SVG).

JFreeChart se encuentra disponible bajo la Licencia Pública General Reducida de GNU.

## 4.5. Desarrollo de las Principales Funcionalidades

En la presente sección se explica en detalle la implementación de las principales funcionalidades de la herramienta. Estas se presentan de acuerdo a las características principales de la herramienta, incluyendo las del núcleo y las de los módulos de psicometría, test y trabajo en línea.

### 4.5.1. Generación de Gráficos

El uso de gráficos en estadística resume de forma visual los datos con los que se está trabajando; por eso StadCore 2.0 permite mediante el núcleo el manejo de gráficos estadísticos, su edición, su generación, su modificación y almacenamiento.

Para lograr todas estas características mencionadas anteriormente se ha implementado clase DefinicionGrafico, la cual contiene las características y propiedades de un gráfico. Esta clase es utilizada desde la selección del gráfico

mediante la clase `MenuGraficoX`; ésta maneja la lista de todos los gráficos que la herramienta puede crear y que están definidos en el archivo `XMLGraficos.xml`. La estructura de este archivo se muestra en la Figura 4-13.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" standalone="no" ?>
<proyecto="stadcore" version="0.5" libreria="JFreeChart"
<grafico Nombre="Barras">
  <subtipo Nombre="Simple">
    <NombreClase>BarrasSimples</NombreClase>
    <descripcion>Barras agrupadas, compuestas</descripcion>
    <serieX>si</serieX>
    <serieY>si</serieY>
    <serieZ>no</serieZ>
    <serieAUX>no</serieAUX>
  </subtipo>

```

**Figura 4-13: Archivo XML de definición de gráficos**

El entorno de edición de los valores de entrada de cada gráfico y la previsualización está implementada por la clase `IngresoDatos`, la cual, apoyada por la clase `GestorEdicion`, permite la flexibilidad en el manejo de los datos de entrada que son ordenados por series de datos, las cuales son manejados mediante la clase `GestorSeries` y las clase `Serie`. Los datos de las series son referencias a valores en la hoja de datos mediante las clases `CargadorDeGrilla` y `TomaValores`.

La generación visual de cada gráfica está a cargo de la clase `InstanciadorGrafico` que permite instanciar dinámicamente una gráfica definida a través del proceso de selección y edición del gráfico. Para esto se apoya en la clase `JFreeChart` perteneciente a la librería `JFreeChart`. Cada tipo de gráfico se encuentra definido en una clase que lleva su nombre, las cuales son `RegresionLineal`, `BarrasSimples`, `BarrasApiladas`, `Barras3D`, `LineasLineas` y `DispersionDispersion`. Todas estas clases deben implementar la interfaz `IGrafico`, la cual les permite ser invocadas y graficadas en la herramienta. La Clase `ControlDinamico` permite recrear de forma dinámica un gráfico ante cualquier cambio en sus datos. Esto lo logra a partir del polimorfismo de los objetos de clase `DefinicionGrafico`.

Los gráficos una vez definidos y generados son mostrados en la hoja de cálculo. Es posible cambiar las propiedades de presentación (Color, fuentes, titulo, etc.), así como también exportar el gráfico como imagen en formato PNG.



Para procesar un gráfico se siguen una serie de pasos, partiendo desde la selección de un tipo de gráfico por parte del usuario, pasando por la previsualización con los datos que va ingresando desde la hoja de datos y la personalización de sus propiedades, para finalmente insertar el gráfico en la hoja de datos, con la posibilidad de que el mismo se actualice al cambiar los datos referenciados sobre la hoja de datos. El detalle de este algoritmo se muestra en la Figura 4-14.





#### 4.5.2. Manejo de Archivos

StadCore 2.0 permite al usuario almacenar los datos presentes en la hoja en distintos formatos de archivo, así como leer los datos de estos formatos de archivo para ser cargados en la hoja de datos; de este modo los datos se pueden mantener a través de varias sesiones de trabajo. La herramienta soporta tres formatos de archivo: CSV (valores separados por comas), el formato XML de Microsoft Excel y un formato propio de la herramienta, el archivo STDC.

Para leer y/o escribir archivos en los formatos soportados por la herramienta, se creó como base la interfaz `ManejadorArchivos`, y por cada formato soportado por la herramienta, se creó una implementación de dicha interfaz; cada una de ellas se encarga de lidiar con los detalles específicos de la lectura y/o escritura del formato que soporta. Al momento de abrir o guardar un archivo, el núcleo instancia la implementación de `ManejadorArchivos` apropiada para el tipo de archivo elegido por el usuario y llama a los métodos que realizan la lectura o escritura, según sea el caso. Esta estructura facilita la implementación a futuro del soporte a otros formatos de archivo: bastaría con desarrollar una implementación adicional de la interfaz `ManejadorArchivos`.

##### I. CSV

CSV es un formato que consiste en un archivo de texto plano, en el cual las filas están separadas por cambios de línea y las celdas en cada fila están separadas por comas. Para el manejo de este formato de archivo, se emplea la clase `CSV`, que extiende a la clase `StadCore.Archivo` e implementa el comportamiento específico necesario.

La lectura y escritura en formato CSV se realiza de forma secuencial, dividida por filas. En modo de lectura, se lee una fila entera y se almacena la secuencia de valores que contiene, la cual se recorre con el método `leerDato`; para pasar a la siguiente fila, se utiliza el método `siguienteFila`, el cual lee y almacena la siguiente línea del archivo. En modo de escritura, por otro lado, se utiliza el método `escribirDato`, el cual va acumulando los datos de una fila, y se usa el método `siguienteFila` para escribir en el archivo los valores acumulados y pasar a la

siguiente línea. También se implementan dos métodos que informan acerca de la posición en el archivo en modo de lectura, `finDeFila` y `finDeArchivo`, los cuales se usan para determinar cuándo pasar a la siguiente fila y cuándo detener la lectura del archivo, respectivamente.

## II. XML de Microsoft Excel

Microsoft Excel cuenta con la capacidad de guardar sus libros de trabajo en formato XML en vez del habitual formato binario XLS [OFC]. Se eligió implementar el almacenamiento en este formato para brindar a la herramienta cierta compatibilidad con una de las hojas de cálculo más usadas a través de un formato abierto y de implementación poco compleja, cuyas especificaciones incluso están disponibles libremente en Internet.

Para implementar el almacenamiento en este formato de archivo, se usa la clase XML, la cual extiende a la clase `StadCore.Archivo` y utiliza la librería JDOM para implementar la lectura y escritura de archivos XML. Dicha clase posee métodos que permiten recorrer la estructura del archivo, elemento por elemento, y obtener (ó establecer) el contenido de cada uno de ellos.

Un archivo XML de Microsoft Excel presenta una estructura compuesta por elementos que poseen su contraparte en la hoja de datos de `StadCore 2.0`, como el contenido de las celdas de una hoja de trabajo, así como elementos que no poseen una contraparte, como la información referente al formato de las celdas (tipo de letra, color de fondo, etc.). Estos últimos corresponden a ideas no implementadas en la herramienta y son ignorados de modo que tomen sus valores por defecto. Las fórmulas, sin embargo, no pueden leerse o escribirse sin modificación; en vez de esto, se utiliza una tabla que contiene las fórmulas estándar de la herramienta y su respectiva fórmula equivalente en Excel, de modo que se pueda hacer la transformación al momento de cargar y/o almacenar en este formato. En caso no se encuentre una fórmula equivalente al momento de cargar el archivo, se incluye la fórmula desconocida en forma de texto. La tabla que contiene las equivalencias entre las fórmulas de Excel y las de `StadCore 2.0` se guarda en un archivo XML con una estructura como la mostrada a continuación.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <mapeos-formulas>
- <mapeo-formula>
  <excel>sum</excel>
  <stadcore>suma</stadcore>
</mapeo-formula>
- <mapeo-formula>
  <excel>avg</excel>
  <stadcore>marit</stadcore>
</mapeo-formula>
</mapeos-formulas>

```

**Figura 4-15: Archivo de equivalencias entre fórmulas de Excel y de StadCore 2.0**

### III. Archivo STDC

StadCore 2.0 permite al usuario guardar los datos contenidos en la hoja de datos en un formato de archivo propio de la herramienta, que consiste en un archivo XML comprimido. La estructura de dicho archivo consta de 3 secciones principales:

- Una cabecera, la cual almacena información general del archivo, como el autor, la versión de la herramienta con la cual fue creado el archivo y las fechas de creación y modificación. Esta sección también incluye las macros asociadas a la hoja de datos almacenada en el archivo.
- Una sección de datos, que almacena el contenido de la hoja de datos. Por cada celda no vacía de la hoja de datos se almacena, aparte de su contenido, el tipo de dato que contiene y la fórmula, en caso contenga una.
- Una sección de gráficos, que almacena la información correspondiente a los gráficos creados. Por cada gráfico, se almacena información como el tipo de gráfico, el título, los títulos del eje de las abscisas y de las ordenadas, entre otros, así como los datos que sirven como fuente para el gráfico.

Este archivo XML se comprime en formato GZIP de modo que los archivos más extensos no tengan un tamaño excesivo. Debido a que se trata, en esencia, de un

archivo de texto en el cual se repiten algunos patrones un gran número de veces, la reducción de tamaño debida a la compresión es significativa.

El formato GZIP, a diferencia del conocido formato ZIP, sólo puede comprimir un archivo a la vez; por esta razón, la implementación de la lectura y escritura del formato STDC es bastante directa. Basta con utilizar las clases del paquete `java.util.zip`, las cuales extienden a las clases estándar para E/S del paquete `java.io`, para leer el archivo en formato GZIP como si de un archivo común y corriente se tratase y extraer la información del mismo utilizando JDOM. Para el caso de la escritura, se sigue el camino inverso: se arma el documento XML utilizando JDOM, y luego se escribe a disco utilizando las clases del paquete `java.util.zip`.

#### 4.5.3. Manejo de Proyectos de Test

El módulo de test permite al usuario construir un test psicológico especificando cada una de las preguntas del mismo, con sus respectivas alternativas de respuesta, además de información general referente al propio test. Dicha información general se almacena en un objeto de la clase `ProyectoTest`, la clase principal del módulo de test. Esta, a su vez, mantiene una lista de objetos `Item`, cada uno de los cuales representa una pregunta del test; a su vez, cada objeto de la clase `Item` mantiene una lista de objetos `Alternativa`, cada uno de los cuales representa una alternativa de respuesta a la pregunta a la cual están asociados. La clase `ProyectoTest` también almacena los resultados de la administración del test en una matriz, en la cual cada fila representa las respuestas proporcionadas por un paciente al test.

Este módulo también permite al usuario persistir la información y la estructura arriba descrita en un archivo XML. La estructura de este archivo consta de las siguientes secciones:

- Una sección de información general, donde se almacena la información de cabecera del proyecto de test, la misma que está contenida en la clase `ProyectoTest`. Algunos de los datos que contiene esta sección son el nombre del test, el área de estudio relacionada, el atributo psicológico

que se pretende evaluar, el tipo de test, las definiciones, las referencias bibliográficas, las instrucciones de administración, entre otros.

- Una sección de preguntas, donde se almacenan todas las preguntas que componen el test. Cada elemento de esta sección se corresponde con un elemento de la lista de objetos `Item` que mantiene la clase `ProyectoTest`, y almacena el código de la pregunta, un *flag* que indica si se trata de una pregunta de validez (las preguntas de validez se usan para verificar que las respuestas de los pacientes son consistentes), el texto de la pregunta y las alternativas de respuesta que le corresponden, cada una con su texto y puntaje respectivos.
- Una sección de resultados, que almacena los resultados de la aplicación del test. Por cada sujeto a quien se aplicó el test, se almacena el puntaje obtenido en cada una de las preguntas.

La clase `AdministradorProyTest` es la encargada de cargar un objeto `ProyectoTest` desde un archivo XML de proyecto de test y viceversa. Se trata de operaciones sin gran complejidad, debido a la correspondencia entre la estructura del archivo de proyecto de test y la de la clase `ProyectoTest`.

#### 4.5.4. Trabajo en Línea

El módulo de trabajo en línea utiliza la tecnología Java RMI para hacer posible la comunicación entre las instancias de la herramienta y permitir así a más de un usuario trabajar sobre una misma hoja de datos.

El funcionamiento de este módulo está basado en dos clases principales: el servidor de trabajo en línea, el cual implementa la interfaz `ServidorTrabajoLinea` y está encargado de coordinar la asignación de permisos de edición a cada cliente y la transmisión de los cambios efectuados por ellos, y el cliente, el cual implementa la interfaz `ClienteTrabajoLinea` y se encarga de recoger los cambios hechos por un usuario y transmitirlos al servidor. Ambas están incluidas en el módulo, de modo que cualquier instancia de `StadCore 2.0` que tenga instalado el módulo pueda actuar como servidor o como cliente. El servidor guarda una lista de referencias remotas a los clientes, junto con los rangos de celdas sobre los cuales tienen

permiso de edición cada uno de ellos; asimismo, los clientes tienen una referencia remota al servidor.

Cuando se inicia una sesión de trabajo en línea, se inicia un servicio RMI y se crea un archivo de certificado, que no es más que un archivo XML que contiene la información necesaria para que un cliente se conecte al servidor: dirección IP del servidor, puerto, y nombre del servicio RMI, además de la fecha en que fue creado el archivo de certificado y el emisor del mismo, que en este caso es siempre el módulo de trabajo en línea. Para unirse a la sesión de trabajo en línea, el cliente extrae esta información del archivo de certificado y la usa para conectarse al servicio RMI iniciado por el servidor y obtener una referencia remota al mismo con la cual poder trabajar.

```
<?xml version="1.0" encoding="utf-8" ?>
- <stadcore-cert>
  <cert-date>26/11/06</cert-date>
  <cert-emitter>Modulo StadCore de trabajo en línea</cert-emitter>
  <server-address>192.168.1.18</server-address>
  <port>1099</port>
  <service-name>ServidorTrabajoLinea</service-name>
</stadcore-cert>
```

**Figura 4-16: Contenido del archivo de certificado creado por el módulo de trabajo en línea.**

Para evitar las complicaciones que implica el manejar la edición concurrente de la misma celda por parte de varios usuarios, se optó por implementar la asignación de permisos de edición exclusivos a los usuarios, de modo que sólo un usuario pudiera modificar los contenidos de una celda determinada. Inicialmente, sólo el usuario principal (aquel que ha iniciado la sesión) tiene permisos de edición sobre toda la hoja; a medida que otros usuarios se unen a la sesión, el usuario principal va asignando rangos de celdas a cada uno de ellos.

Una vez que se establece la conexión con el servidor, la clase ControlTrabajoLinea se encarga de comunicar la implementación de ClienteTrabajoLinea con la interfaz de usuario, de modo que las modificaciones hechas por el usuario a la hoja de datos sean notificadas al cliente. El módulo no permitirá al usuario modificar las celdas sobre las cuales no tiene permisos de edición. Una vez que el usuario ha



terminado de modificar una celda, el módulo transmitirá el nuevo contenido de la misma al servidor, el cual a su vez lo retransmitirá al resto de los usuarios. Cada uno de estos usuarios recibe el contenido a través de la implementación de ClienteTrabajoLinea, la cual utiliza la clase ControlTrabajoLinea para actualizar la hoja de datos con el nuevo contenido. De este modo se consigue transmitir las modificaciones inmediatamente después de ser realizadas (en la medida que la velocidad del medio - la red - lo permita).

El detalle del algoritmo para transmitir los cambios realizados a la hoja de datos a los usuarios conectados a la sesión de trabajo en línea se puede apreciar en la Figura 4-17.

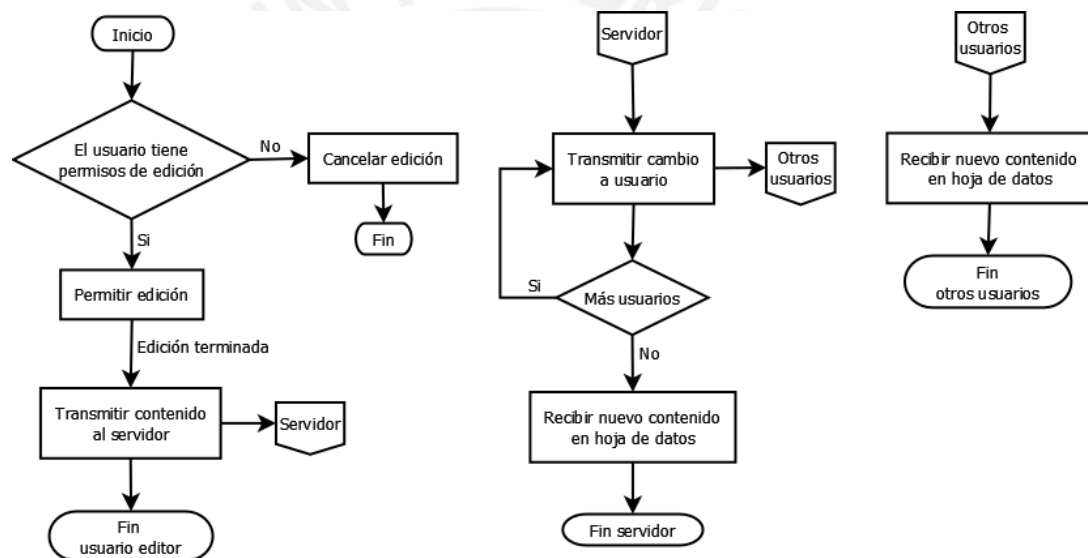


Figura 4-17: Algoritmo para la transmisión de cambios en una sesión de trabajo en línea

#### 4.6. Diseño de los Casos de Prueba

Las pruebas de software son importantes porque demuestran que se satisfacen los requerimientos establecidos y permiten descubrir defectos en el software.

Para el diseño de pruebas se consideró fundamentalmente la funcionalidad desarrollada, tomando como base las especificaciones de casos de uso. Esta aproximación se justifica debido a que los requerimientos del proyecto están

orientados básicamente a la organización y presentación de los datos dentro de la herramienta, más que al desarrollo de componentes específicos de alta complejidad que impliquen pruebas estructurales (pruebas de caja blanca).

Los casos de prueba están diseñados de acuerdo al flujo principal y los flujos alternativos de cada caso de uso, los cuales incluyen flujos de datos, valores de entrada válidos e inválidos y la visualización de los mensajes de error y de confirmación correspondientes.

Los casos de prueba que se consideraron para la herramienta son los que se muestran a continuación. Cabe resaltar que estos son sólo los principales casos de prueba dado que los demás se encuentran en el **Anexo F**:

Prueba Nro:	01	
Objetivo:	Probar la correcta Carga de Gráficos Disponibles.	
Clases Asociadas:	LectorDefXML, MenugraficoX.	
Precondición:	El archivo estructuragrafica.xml debe existir. La hoja de datos debe estar activa.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar el ícono de gráficos de la barra de herramientas.	Se muestra una ventana con todos los tipos de gráficos disponibles organizados en tipos y subtipos.
2	Seleccionar con el Mouse o con las teclas de dirección el grafico deseado.	Se muestra la descripción del gráfico seleccionado en la parte inferior.
Observaciones:	Ninguna.	

Prueba Nº:	02	
Objetivo:	Agregar y quitar una serie de datos a un gráfico.	
Clases asociadas:	DefiniconGrafico, IngresoDatos, GestorEdicion, GestorEdicion, GestorEdicion, Serie, CargadooDeGrilla, TomaValores.	
Precondición:	La hoja de Datos debe estar activada Se debe haber seleccionado una grafico para su edición	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar el botón "Agregar" serie	Se muestra la previsualización del gráfico con valores y nombre de serie predeterminados. Si es la primera serie agregada se debe mostrar el nombre "Serie1".

Prueba N°:	02	
2	Seleccionar el botón “Datos” al costado derecho del campo nombre de serie para elegir una referencia a la hoja de datos para el nombre de la serie.	Se muestra una ventada de selección de datos. Esta ventana permite la selección de un grupo de celdas de la hoja de datos.
3	Seleccionar la celda que contenga el nombre que quiera dar a la serie.	Se muestra el rango seleccionado sobre la hoja de datos en la ventana de selección.
4	Selecciona el botón “Terminar”.	Se verifica los datos seleccionados. De ser más de una celda de la hoja de datos el nombre de la celda queda definido por la concatenación de estos valores separados por un espacio en blanco. En la ventana de edición de datos se previsualización en el grafico el nombre seleccionado. En el campo nombre de serie se muestra el rango referenciado en la hoja de datos.
5	Selecciona la serie insertada anteriormente (Serie1) Seleccionar el botón “Quitar”	El grafico se refrescará con las series de datos que tengan y si es la única serie de datos el grafico ya no se dibuja.
Observaciones:	Ninguna.	

Prueba N°:	03	
Objetivo:	Agregar valores a las series de datos y categorías a un gráfico.	
Clases asociadas:	DefiniconGrafico, IngresoDatos, GestorEdicion, GestorEdicion, GestorEdicion,Serie, CargadooDeGrilla, TomaValores.	
Precondición:	La hoja de Datos debe estar activada Se debe haber seleccionado un gráfico para su edición. Se debe tener por lo menos una serie de datos para editar.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar el botón “Datos”	Se muestra una ventada de selección de datos. Esta ventana permite la selección de un grupo de celdas de la hoja de datos.
2	Activa la opción “Acumular”.	Con esta opción se acumulará las selecciones que se realicen sobre la hoja de datos.
3	Seleccionar el botón “Limpiar”.	Con esta opción se limpia toda la selección realizada.
4	Selecciona el botón “Borra ultimo”.	Con esta opción se borra el último rango agregado a la hoja de datos.
5	Realizar la selección de rangos de celdas en la hoja de datos.	Los rangos de celdas seleccionados se agregan a la ventana de selección según como se haya configurado.
6	Ingresar y seleccionar de la hoja de datos los siguientes valores: -54.18, 152. Luego seleccionar el botón “Agregar”.	El rango seleccionado se inserta en el campo de datos de la serie seleccionada. La vista previa del gráfico se actualiza con los datos ingresados.
7	Ingresar y seleccionar de la hoja de datos los siguientes valores: -54..18,	Se muestra un mensaje de error indicando que lo valores ingresados

Prueba N°:	03	
	Hola, 45. Luego seleccionar el botón "Agregar".	son inválidos. Volver a realizar una selección con valores numéricos.
8	Seleccionar el botón "Datos" del campo Categorías X.	Se muestra la ventana de selección de datos.
9	Seleccionar el rango de datos deseado y presionar el botón terminar.	Los valores referenciados resueltos se muestran separados por comas en el campo Categorías X y se actualizan en la previsualización. En caso se seleccione una celda vacía, esta se rellena con el valor por defecto 0.0.
10	Seleccionar la opción "Terminar"	EL gráfico editado se inserta en la hoja de datos.
Observaciones:	Ninguna.	

Prueba N°:	04	
Objetivo:	Editar propiedades de un gráfico	
Clases asociadas:	DefiniconGrafico, IngresoDatos, GestorEdicion, IngresoDatos, PropiedadesGrafico.	
Precondición:	La hoja de Datos debe estar activada Se debe haber seleccionado un gráfico para su edición. Se debe tener por lo menos una serie de datos para editar.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar el botón "Propiedades"	Se muestra una ventada de propiedades de un gráfico. En ella se presentan dos pestañas, una de ellas para la edición de títulos en el gráfico y la otra para la configuración de apariencia como colores, fuentes, etc.
2	En la pestaña de "Títulos" activar la opción de títulos e ingresar el título "mi grafico" y en los títulos de los ejes X e Y los valores "mi eje X" y "mi eje Y" respectivamente. Luego presionar el botón "Aceptar".	Los títulos ingresados serán refrescados en la vista previa del gráfico en edición.
3	En la pestaña de "Apariencia" cambiar los colores predeterminados y las fuentes. Luego presionar el botón "Aceptar".	Los colores y fuentes seleccionados se refrescan en la vista previa del gráfico en edición.
Observaciones:	Ninguna.	

Prueba N°:	05	
Objetivo:	Actualización dinámica de un gráfico.	
Clases asociadas:	DefiniconGrafico, IngresoDatos, GestorEdicion, IngresoDatos, ControlDinamico.	
Precondición:	La hoja de Datos debe estar activada Se debe haber creado y finalizado un gráfico.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado

Prueba N°:	05	
1	Editar cualquier celda de la hoja de datos que haya sido referenciada a algún gráfico creado.	La hoja de datos cambia el valor en la celda seleccionada.
2	Modificar con el valor "Hola"	Los gráficos que tengan referencia a esta celda refrescan sus valores y se repintan. En el caso de una cadena de caracteres como la ingresada el valor es remplazado por 0.0.
3	Modificar con el valor de 45.	Los gráficos que tengan referencia a esta celda refrescan sus valores y se repintan. En el caso de un valor numérico el valor es remplazado por 45.
Observaciones:	Ninguna.	

Prueba N°:	11	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo alternativo Abrir proyecto de test del caso de uso Administrar proyecto de test.	
Precondición:	Debe existir un archivo XML con la información de un proyecto de test (generado con el flujo alternativo Guardar proyecto de test del mismo caso de uso).	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción de menú "Test" > "Abrir proyecto de test".	Se muestra el cuadro de diálogo Abrir
2	Elegir un archivo XML con información de un proyecto de test y luego la opción Aceptar.	Se muestra la ventana de proyecto de test, cargada con la información del proyecto de test contenida en el archivo seleccionado.
Observaciones:	Esta prueba se puede realizar utilizando el archivo creado en la prueba N° 12	

Prueba N°:	12	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo alternativo Guardar proyecto de test del caso de uso Administrar proyecto de test.	
Precondición:	Se ha abierto previamente un proyecto de test o se ha creado uno nuevo	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción "Guardar" de la ventana de proyecto de test.	Se muestra el cuadro de diálogo Guardar.
2	Elegir un archivo existente o ingresar el nombre de uno nuevo y luego elegir la opción Aceptar.	Si el archivo ya existe, se pregunta al usuario si desea sobrescribirlo; si el usuario responde que sí desea sobrescribir el archivo o el archivo no existe aún, se escribe en el archivo toda la información relacionada al proyecto en formato XML.
Observaciones:	Esta prueba se puede realizar utilizando el proyecto cargado como resultado de la prueba N° 11	

Prueba N°:	13	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Unirse a sesión de trabajo en línea.	
Precondición:	Se ha iniciado previamente una sesión de trabajo en línea y el archivo de certificado generado para dicha sesión está al alcance del usuario.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción de menú "Trabajo en línea" > "Unirse a sesión de trabajo en línea".	Se muestra el cuadro de diálogo Conectar a sesión de trabajo en línea
2	Ingresar un nombre de usuario y la ruta del archivo de certificado y elegir la opción "Aceptar".	En la estación de trabajo del usuario que inicio la sesión de trabajo en línea, se muestra un mensaje que indica que el usuario se ha unido a la sesión de trabajo en línea y el nombre del usuario aparece en la lista de usuarios conectados. En la estación de trabajo del usuario que se une a la sesión, se muestra un mensaje que indica que la conexión ha sido exitosa.

Prueba N°:	14	
Objetivo:	Probar la correcta transmisión de cambios en una sesión de trabajo en línea.	
Clases asociadas:	ServidorTrabajoLineaImpl, ClienteTrabajoLineaImpl, ControlTrabajoLinea	
Precondición:	Se ha iniciado previamente una sesión de trabajo en línea, de la cual forman parte por lo menos dos usuarios (contando al usuario principal).	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir una celda sobre la cual se posean permisos de edición e ingresar un nuevo valor.	En las estaciones de trabajo del resto de los usuarios, se muestra en la celda elegida el nuevo valor ingresado.

## 5. Observaciones, Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo final, se presentarán algunos puntos que se tomaron en consideración para llegar a determinar las conclusiones, recomendaciones y observaciones del presente trabajo de tesis.

Se consideró las diversas etapas por las que pasó el desarrollo del presente proyecto y cómo las metodologías utilizadas nos ayudaron a entender y comprender su uso aplicado al tema propuesto.

Finalmente, se presentarán recomendaciones que se deberán seguir para futuros trabajos a realizar con StadCore 2.0.

## 5.1. Observaciones

- El presente trabajo fue desarrollado en base a los requerimientos iniciales de la Especialidad de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Para tales efectos, se recibió la capacitación necesaria con el fin de comprender el proceso.
- Esta etapa constituye la culminación del proyecto StadCore que nació como trabajo práctico del curso de la carrera “Desarrollo de Programas 1” de la especialidad de Ingeniería Informática.
- Como se indicó en la introducción, la presente tesis es la continuación del trabajo de tesis que lleva por título “STADCORE – Herramienta Estadística Modular: Una Orientación a los Procesos de Confiabilidad y Análisis de Psicometría”; proyecto iniciado originalmente por cuatro personas y que por razones de practicidad se dividió en grupos de dos personas.
- Con respecto a las herramientas disponibles en el mercado que fueron probadas, dentro de las posibilidades, las funcionalidades que StadCore 2.0 tiene implementadas están dispersas en las otras. Esto hace más atractiva la idea de utilizar la herramienta propuesta al presentar un entorno integrado.
- La herramienta ha sido desarrollada utilizando análisis y diseño orientado a objetos, lo cual le brinda un grado considerable de escalabilidad; sin embargo, el hecho de trabajar con módulos de software adaptables como mecanismo de extensión hacen que la escalabilidad sea una característica inherente a la herramienta.

## 5.2. Conclusiones

- La capacidad de ampliación de la herramienta, respaldada por su arquitectura, permite implementar soluciones a problemas que requieran de cálculos estadísticos y se adapten al modelo de trabajo de una hoja de cálculo. La base que la herramienta provee para el desarrollo de dichas soluciones reduce el tiempo de implementación de las mismas.



- La implementación de las ampliaciones al núcleo para la generación de gráficas y el manejo de archivos aumentan las capacidades de la herramienta, al permitir una nueva forma de visualizar y conservar los datos con los cuales se trabaja.
- La funcionalidad implementada en el módulo de test simplifica los procesos de elaboración y administración de tests psicológicos al automatizar una parte importante de ellos, lo cual los hace menos propensos a errores.
- La funcionalidad implementada en el módulo de trabajo en línea facilita la colaboración en un equipo de trabajo, al permitir a muchos usuarios participar de la edición de una misma hoja de datos de forma simultánea.
- El lenguaje de programación elegido por el equipo de desarrollo cumplió con todas las expectativas y permitió llevar a cabo la etapa de construcción sin mayor inconveniente, como se pudo comprobar al final de la misma.
- Se pensó utilizar el modelo de COCOMO 2 pero por los resultados muy distantes a la realidad vistos en la primera etapa se optó por no aplicarlo. Dicha diferencia es debida a diversos factores: el tiempo no constante dedicado al proyecto, la escasa experiencia del equipo en el uso de dicha técnica y el hecho de que una parte importante del proyecto es de carácter algorítmico, lo cual hace que las líneas de código fuente tengan un nivel de dificultad distinto.
- A pesar de haber empleado la metodología Six Sigma de forma poco detallada, se procederá a realizar la etapa de “Verificar” para obtener una idea del nivel en que se podría situar el proceso. Aplicando el cuadro de Escalante [ESC 2003], visto en el marco teórico, y de acuerdo a los datos recopilados se encontró que por cada millón de pruebas de transcripción, se tienen aproximadamente 20 mil errores, lo cual calificaría al proceso actual como Sigma 3 (promedio). Sobre el procedimiento propuesto, se puede considerar que es Sigma 6 ya que el comportamiento es el esperado de acuerdo a los casos de prueba. Por consiguiente, la propuesta presentada mejora ampliamente el proceso. Cabe resaltar que, debido al reducido tamaño de la muestra, los datos aquí presentados no nos permiten concluir de manera definitiva, sino tan solo nos indican las posibles mejoras que implicaría el uso de la herramienta.

- Se pudo apreciar que las metodologías y herramientas aplicadas (la notación UML para el análisis y diseño, RUP para la planificación del proyecto y Six Sigma como guía para la mejora de procesos y la medición del desempeño de los mismos) fueron de gran utilidad para el desarrollo del proyecto.

### 5.3. Recomendaciones

- En el futuro se recomienda aprovechar la gran escalabilidad de la herramienta StadCore 2.0, para dar soluciones inmediatas, mediante la construcción de nuevos módulos software adaptables orientados a áreas específicas de estudio que requieran de cálculos u operaciones estadísticas.
- El uso de la metodología Six Sigma fue algo novedoso para los miembros del grupo y se demostró su gran potencial. En los nuevos módulos a implementar se recomienda que cualquier optimización, oportunidad de mejora o innovación de algún proceso a implementar se tome en cuenta esta metodología.
- Se espera con el presente trabajo desarrollado haber aportado efectivamente en la mejorar de los procesos de cálculo en psicometría incorporando nuevas herramientas que faciliten su trabajo.

### 5.4. Evaluación de la Herramienta StadCore 2.0

Como parte las conclusiones finales se entrevistó a la psicóloga Silvana Arévalo, quien trabaja en la aplicación de test para varias empresas como consultora. Para esto se presentó la herramienta StadCore 2.0 explicando sus funcionalidades. Las observaciones, recomendaciones y conclusiones fueron las siguientes:

#### 5.4.1. Observaciones

- El módulo de Test de la herramienta Stadcore 2.0 resultaría de gran utilidad en investigaciones pequeñas, como las realizadas por pequeñas empresas,

investigadores independientes, estudiantes de psicología y tesisistas. Esto debido a que elimina las restricciones por costos de licencias o requisitos de hardware muy exigentes.

- La psicóloga pudo interactuar con la herramienta StadCore 2.0 de manera intuitiva, ubicando y entendiendo las opciones del módulo de test con gran facilidad. Señaló además que su uso es más amigable en comparación con otras herramientas más complejas al presentar sólo las opciones necesarias. Cabe señalar que se trata de una persona familiarizada con el manejo de una computadora y de diversas herramientas de software similares.
- Durante la presentación de la herramienta StadCore 2.0, la psicóloga pudo notar que mediante la automatización de la transcripción de los resultados de un test se minimizan los errores en este proceso, originados al transcribir los resultados de forma manual.

#### **5.4.2. Recomendaciones**

- El módulo de test se construyó enfocado en la obtención de datos para el análisis de confiabilidad y validez para nuevos tests. Se recomienda a futuro ampliar el enfoque hacia la administración de tests existentes y ya validados, permitiendo de este modo ampliar su uso. Por ejemplo, se podría aplicar a la selección de personal, agrupando tests según el perfil buscado y permitiendo al candidato ingresar sus respuestas en cada uno de los tests mediante la herramienta StadCore 2.0. De este modo se obtendrían los resultados de una manera más rápida y confiable.
- Se sugirió algunas mejoras en la interfaz gráfica para un uso más práctico de la hoja de datos junto con el módulo de test.

#### **5.4.3. Conclusiones**

- La psicóloga pudo comprobar que la herramienta StadCore 2.0 minimiza los errores cometidos en la transcripción de resultados de un test. Mediante a esta observación, podemos afirmar que se cumplen los objetivos planteados en el capítulo 2 del presente trabajo.

## BIBLIOGRAFÍA

### LIBROS Y ARTÍCULOS

[CAY 2007] CAYETANO, C.; ROJAS, K. (2007): *StadCore - herramienta estadística modular: una orientación a los procesos de confiabilidad y análisis de psicometría*, PUCP

[CAR 1999] CARSTENSEN, P; SCHMIDT, K. (1999): *Computer supported cooperative work: New challenges to systems design*. En ITOH, K. (1999): *Handbook of human factors*.

[COH 2000] COHEN, R.; SWERDLIK, M. (2000): *Pruebas y evaluación psicológicas: introducción a las pruebas y a la medición*, McGraw-Hill, México

[DAV 2004] DÁVILA, A (2004): *Construcción de Pruebas*, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

[ESC 2003] ESCALANTE, E (2003): *Seis-sigma: Metodología y Técnicas*, ASQ, México

[HEI 1970] HEIM, A W; WATTS, K P; SIMMONDS V (1970): *AH4, AH5 and AH6 Tests*, Windsor, NFER

[HER 2004] HERNÁNDEZ, G (2004): *Cómo evalúan los profesores*.  
En <http://www.mailxmail.com/curso/excelencia/evaluacion>

[KLI 1994] KLINE, P (1994): *The Handbook of Psychological Testing*, Routledge, Londres

[MEN 1997] MENDENHALL, W; SINCICH, T (1997): *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*, Cuarta Edición, Prentice-Hall.

[MUN 1996] MUÑIZ, J. (1996): *Teoría Clásica de los Tests*, Segunda Edición, Ediciones Pirámide, Madrid.

[PAN 2002] PANDE, P; NEUMAN, R; CAVANAGH, R (2002): *Las claves prácticas de Six Sigma: Una guía dirigida a los equipos de mejora de procesos*, McGraw Hill.

[PRI 2006] PRIETO (2006): *Material Didáctico*, Departamento de Psicobiología y Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Facultad de Psicología de la Universidad de La Laguna, Islas Canarias, España.  
En <http://webpages.ull.es/users/pprieto/material/material.htm>

[RAT 1998] RATIONAL SOFTWARE CORPORATION (1998): *Rational Unified Process: Best Practices for Software Development Teams*  
En [http://www.augustana.ab.ca/~mohrj/courses/2000.winter/csc220/papers/rup\\_best\\_practices/rup\\_bestpractices.pdf](http://www.augustana.ab.ca/~mohrj/courses/2000.winter/csc220/papers/rup_best_practices/rup_bestpractices.pdf)

[ROD 1999] RODRÍGUEZ, N. (1999): *Glosario de Términos Psicométricos y áreas afines*, Escuela de Psicología, Universidad Central de Venezuela, Venezuela.

[ROM 2003] ROMÁN, P. (2003): *Aplicación de BCSW como herramienta de trabajo colaborativo*, Universidad de Sevilla  
En <http://tecnologiaedu.us.es/cursobscw/>

[RJB 1999] RUMBAUGH, J.; JACOBSON, I.; BOOCH, G. (1999): *The Unified Modeling Language Reference Manual*

[SIM 2006] SIMON, K (2006): *What Is DFSS? And how does Design For Six Sigma compare to DMAIC?*  
En <http://www.isixsigma.com/library/content/c020722a.asp>

[SNE 2001] SNEE, R. D.; HOERL, R. W. (2001): *Leading Six Sigma: A Step-By-Step Guide Based on Experience with GE and Other Six SIGMA Companies*, Prentice Hall.

[WIL 1991] WILSON, P. (1991). *Computer Supported Cooperative Work: An Introduction*, Kluwer Academic Publications

## REFERENCIAS

[XML] "Extensible Markup Language (XML)", World Wide Web Consortium.  
En <http://www.w3.org/XML/>

[RMI] "Java Remote Method Invocation (Java RMI)"  
En <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/tech/index-jsp-136424.html>

[JDM] "JDOM", jdom.org  
En <http://www.jdom.org/>

[JFC] "JFreeChart", jfree.org  
En <http://www.jfree.org/jfreechart>

[MAV] "MacAnova, A Program for Statistical Analysis and Matrix Algebra", MacAnova  
En <http://www.stat.umn.edu/macanova/macanova.home.html>

[OFC] "Office 2003: XML Reference Schemas", Microsoft  
En <http://www.microsoft.com/downloads/details.aspx?FamilyId=FE118952-3547-420A-A412-00A2662442D9&displaylang=en>

[PID] "Proyecto de Innovación Docente: Ayuda a la creación de exámenes. Glosario de Términos", Departamento de psicología social y metodología, Facultad de Psicología, Universidad Autónoma de Madrid  
En <http://www.uam.es/docencia/ace/>

[PSM] "PsicoMet ® - Descripción", PsicoConsult C.A.  
En [http://www.psicoconsult.com/psc\\_productos.asp?id\\_producto=1&mostrar=D](http://www.psicoconsult.com/psc_productos.asp?id_producto=1&mostrar=D)

[STC] "Statgraphics Centurion XV", StatPoint  
En [http://www.statgraphics.com/statgraphics\\_centurion.htm](http://www.statgraphics.com/statgraphics_centurion.htm)

[XST] "XLSTAT", XLSTAT.  
En <http://www.xlstat.com/es/home/>

[GZP] “The gzip home page”, Jean-loup Gailly  
En <http://www.gzip.org>

[LBC] “The Legion of the Bouncy Castle”  
En <http://bouncycastle.org>

