

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**StadCore - Herramienta Estadística Modular:
Una Orientación a los Procesos de Confiabilidad y Análisis
de Psicometría**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Informático

Presentada por:

**César Augusto Cayetano Muro
Koenig Alfredo Rojas Bustillos**

LIMA - PERU

2007

RESUMEN

La posibilidad de tener una herramienta que de una solución completa a un determinado problema es difícil de encontrar en la actualidad. Las herramientas orientadas a áreas específicas de estudio son prácticamente escasas y normalmente requieren del uso de más de una aplicación para llegar a un resultado. De esta forma, se obtienen soluciones parciales a una problemática, lo que ocasiona la necesidad de recurrir a otras herramientas para que terminen el trabajo.

Un caso muy particular de este problema es el del proceso de psicometría en el cual las etapas de confiabilidad y análisis requieren del uso de varias herramientas. Además, las soluciones obtenidas en cada etapa no son completas dado que se necesita realizar procesos no automatizados que tienen mayor probabilidad de conllevar a errores. La presencia de estos errores en un test trae consigo importantes consecuencias dado que podría obtenerse conclusiones inexactas.

Para solucionar este problema se implementó una herramienta que sea lo suficientemente flexible como para permitir ampliar sus funcionalidades a diversas áreas de trabajo. Debido a que las hojas de cálculo electrónicas son aplicaciones que fácilmente pueden desempeñarse en cualquier área de estudio, se utilizó esta característica como interfaz de la herramienta. Bajo este modelo, se diseñó una arquitectura que permita soportar la ampliación mediante módulos con archivos XML como interfaces.

Respecto al problema del proceso de psicometría, se estará contando con un módulo orientado al proceso de confiabilidad y de análisis que automatizará sus procesos manuales, mejorando el tiempo de respuesta.

La presente tesis se desarrolló utilizando UML como lenguaje de modelamiento, RUP para los procesos a seguir durante el trabajo y Six Sigma para alcanzar un nivel deseado en la mejora de los procesos implementados.

*A mis padres, Koenig y Carmen,
por su apoyo y esfuerzo durante
todos estos años, y a Diana por ser
la fuente de mi inspiración.*

Koenig Rojas

*A mis padres y hermanos por su
apoyo, a mi hermana por creer en
mí, y en especial a mi hermano, por
inspirarme a seguir este camino, nos
veremos al final del camino.*

César Cayetano

*Agradecemos a la Pontificia
Universidad Católica del Perú por
formarnos y abrir nuestro
pensamiento.*

*Al Ing. José Antonio Pow Sang,
nuestro asesor, por sus sabios
consejos e inspirarnos a crecer
profesionalmente.*

*Al Ing. Abraham Dávila por promover
a que el tema siga creciendo.*

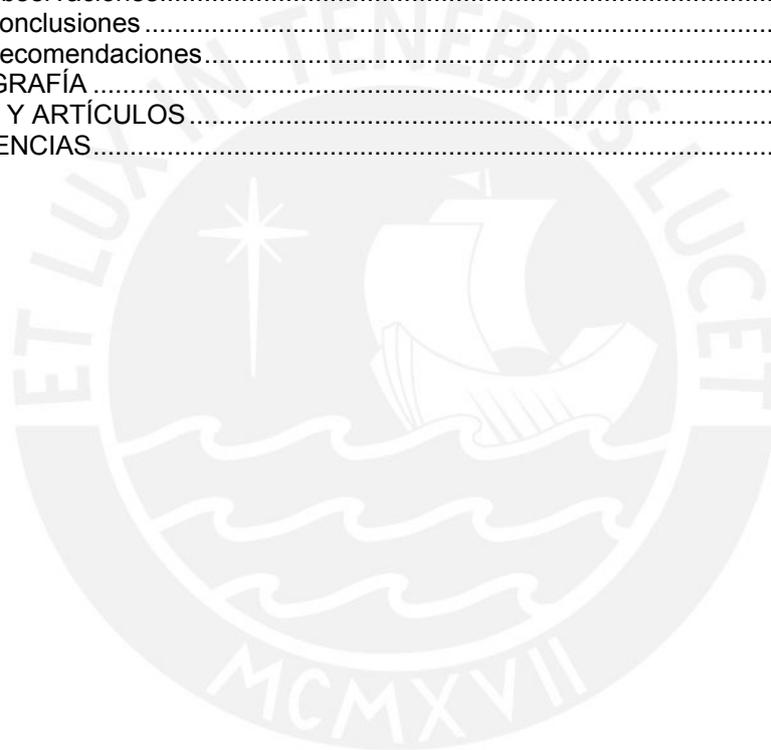
*Al profesor Alex Dávila por su
paciencia y orientación en el mundo
de la psicometría.*

*Y a todos aquellos que siempre nos
apoyaron directa o indirectamente;
en especial a Ricardo Chávez y a
James Tapia, con quienes tuvimos el
honor de trabajar la presente tesis.*

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE GENERAL	i
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS	v
INTRODUCCIÓN	1
1. Marco Conceptual	3
1.1. Psicometría	4
1.1.1. Origen	5
1.1.2. Clasificación	6
1.1.3. Análisis	7
1.1.4. Confiabilidad y Validez	10
1.1.5. Normas y Baremos	14
1.2. Metodologías y Herramientas para el Desarrollo de Software	15
1.2.1. Unified Modeling Language	15
1.2.2. Rational Unified Process	16
1.3. Six Sigma	17
1.3.1. Metodologías de Six Sigma	19
1.3.2. Selección de la Metodología	21
1.3.3. El Ciclo de Shewhart/Deming	22
2. Descripción del Problema	24
2.1. Definición del Dominio del Problema	25
2.1.1. Problemas de las Hojas de Cálculo Electrónicas	25
2.1.2. Problemas en la Elaboración y Corrección de Test	26
2.1.3. Problemas en el Proceso de Psicometría	26
2.2. Herramientas en el Mercado	28
2.2.1. Hojas de Cálculo Electrónicas	28
2.2.2. Aplicaciones Estadísticas	29
2.2.3. Aplicaciones Orientadas a la Psicometría	31
2.2.4. Comparación entre las Herramientas del Mercado	31
2.3. Principales Características de la Herramienta Propuesta	34
2.4. Herramientas y Metodologías Aplicables	35
2.5. Recursos Informáticos Aplicables	35
2.5.1. XML	36
2.5.2. CSV	36
3. Análisis	37
3.1. Características del Entorno	38
3.2. Planificación de la Mejora del Proceso de Psicometría	38
3.2.1. Selección del Problema y Definición del Tema	39
3.2.2. Comprensión de la Situación y Establecimiento del Objetivo	41
3.2.3. Planear las Actividades	44
3.2.4. Analizar las Causas	45
3.3. Definición de los Requerimientos	46
3.3.1. Núcleo	47
3.3.2. Módulo de Psicometría	48
3.4. Casos de Uso	49
3.4.1. Especificación de los Actores	49
3.5. Especificación de los Casos de Uso	51
3.5.1. Especificación de los Casos de Uso del Núcleo	53
3.5.2. Especificación de los Casos de Uso del Módulo de Psicometría	60
3.6. Diagrama de Clases de Análisis	64
4. Diseño y Construcción de la Herramienta	67
4.1. Arquitectura de la Herramienta	68
4.1.1. Diagrama de Despliegue	68
4.1.2. Diagrama de Paquetes	69
4.1.3. Diagrama de Componentes	70
4.2. Diagrama de Secuencias	70
4.2.1. Diagramas de Secuencia del Núcleo	70
4.2.2. Diagramas de Secuencia del Módulo de Psicometría	76

4.3. Especificación del Diseño de Pantallas.....	78
4.3.1. Pantallas del Núcleo.....	79
4.3.2. Pantallas del Módulo de Psicometría.....	83
4.4. Implementación.....	86
4.4.1. Lenguaje de Programación.....	87
4.4.2. Herramientas.....	87
4.4.3. Extensiones.....	87
4.5. Desarrollo de las Principales Funcionalidades.....	89
4.5.1. Archivos de Soporte a la Comunicación.....	89
4.5.2. Hoja de Datos.....	96
4.5.3. Barra de Fórmulas.....	97
4.5.4. Intérprete.....	98
4.5.5. Configuración de Psicometría.....	101
4.5.6. Archivo de Proyecto de Psicometría.....	102
4.6. Diseño de los Casos de Prueba.....	104
4.7. Caso Real de Prueba del Módulo de Psicometría.....	110
5. Observaciones, Conclusiones y Recomendaciones.....	118
5.1. Observaciones.....	119
5.2. Conclusiones.....	120
5.3. Recomendaciones.....	121
BIBLIOGRAFÍA.....	122
LIBROS Y ARTÍCULOS.....	122
REFERENCIAS.....	123



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1: Las Dos Dimensiones De Rup: Disciplinas Y Y Fase	17
Figura 1-2: Selección De La Metodología (Valle, 2006)	22
Figura 1-3: El Ciclo Shewhart/Deming	22
Figura 3-4: Macroproceso De Psicometría	39
Figura 3-5: Diagrama De Flujo Del Análisis Factorial Por Componentes	40
Figura 3-6: Diagrama De Flujo De Confiabilidad	41
Figura 3-7: Diagrama De Tendencias – Demora Para Descartar Un Ítem Por Iteración	43
Figura 3-8: Diagrama De Tendencias – Capacidad De Ubicación Y Rectificación De Los Ítems (Por Iteración) Por Parte De Los Usuarios	44
Figura 3-9: Edt – Estructura De Descomposición De Trabajo	45
Figura 3-10: Diagrama Causa-Efecto Del	46
Proceso De Análisis Factorial Por Componentes	46
Figura 3-11: Diagrama Causa-Efecto Del Proceso De Confiabilidad	46
Figura 3-12: Actores De La Herramienta	50
Figura 3-13: Diagrama De Casos De Uso Del Núcleo	51
Figura 3-14: Diagrama De Casos De Uso Del Módulo De Psicometría	52
Figura 3-15: Diagrama De Actividades – Configurar Módulos	55
Figura 3-16: Diagrama De Actividades – Utilizar Las Funcionalidades De Otros Módulos ..	56
Figura 3-17: Diagrama De Actividades – Utilizar La Barra De Fórmulas	57
Figura 3-18: Diagrama De Actividades – Crear Macros	58
Figura 3-19: Diagrama De Actividades – Ejecutar Macros	60
Figura 3-20: Diagrama De Actividades – Ejecutar Procesos Por Lote	61
Figura 3-21: Diagrama De Actividades – Realizar Análisis De Confiabilidad	63
Figura 3-22: Diagrama De Actividades – Efectuar Análisis Factorial Por Componentes	64
Figura 3-23: Diagrama De Clases De Análisis Del Núcleo	65
Figura 3-24: Diagrama De Clases De Análisis Del Módulo De Psicometría	66
Figura 4-25: Diagrama De Despliegue	68
Figura 4-26: Diagrama De Paquetes	69
Figura 4-27: Diagrama De Componentes	70
Figura 4-28: Usar Hoja – Fijar Valor	72
Figura 4-29: Usar Hoja – Procesar Fórmula	73
Figura 4-30: Barra De Fórmula	74
Figura 4-31: Ejecutar Macro	75
Figura 4-32: Configurar Módulos	76
Figura 4-33: Grabar Proyecto De Psicometría	77
Figura 4-34: Realizar Análisis De Confiabilidad	78
Figura 4-35: Prototipo De La Pantalla Principal	79
Figura 4-36: Prototipo De La Hoja De Cálculo	80
Figura 4-37: Prototipo De La Pantalla De Funciones En La Herramienta	81
Figura 4-38: Prototipo De La Pantalla De Funciones	81
Figura 4-39: Prototipo De La Pantalla De Configurar Módulos	82
Figura 4-40: Prototipo De La Pantalla De Configurar Módulos - Cambiar	83
Figura 4-41: Prototipo De La Pantalla De Configurar Módulos - Cambiar	84
Figura 4-42: Prototipo De La Pantalla De Análisis Factorial Por Componentes	85
Figura 4-43: Prototipo De La Pantalla De Confiabilidad	86
Figura 4-44: Ventana De Configuración De Los Módulos Con El Módulo De Psicometría Agregado	90
Figura 4-45: Archivo De Configuración Del Módulo De Psicometría	91
Figura 4-46: Configuración Actual De Stadcore Con El Módulo De Psicometría	93
Figura 4-47: Cambio Del Estado Del Módulo De Psicometría	94
Figura 4-48: Agregación Del Módulo De Psicometría A La Barra De Menú	94
Figura 4-49: Archivo Funcestadisticas.Xml	95
Figura 4-50: Atributos De La Clase Celda	96
Figura 4-51: Archivo De Configuración De Psicometría	102
Figura 4-52: Atributos De La Clase Proyectopsicometría	103

Figura 4-53: Atributos De La Clase Psitem.....	103
Figura 4-54: Activación Del Módulo De Psicometría	112
Figura 4-55: Selección Del Área De Trabajo	113
Figura 4-56: Resultado Del Análisis Factorial Por Componentes.....	113
Figura 4-57: Resultado De La 1ra Iteración Del Proceso De Confiabilidad	115
Figura 4-58: Resultado De La 2da Iteración Del Proceso De Confiabilidad.....	116
Figura 4-59: Resultado Final Del Proceso De Confiabilidad	116



ÍNDICE DE CUADROS Y TABLAS

Tabla 1-1 : Una Matriz Simple De Correlaciones (Kline, 1998).....	9
Tabla 1-2: Otros Significados De Six Sigma (Harry 1998 Y Mcfadden 1993).....	18
Tabla 1-3: Los 7 Pasos Para La Solución De Problemas.....	23
Tabla 2-4: Cuadro Comparativo De Las Herramientas Evaluadas (A Agosto Del 2006).....	32
Tabla 4-5: Componentes De La Herramienta Con Sus Elementos.....	70
Tabla 4-6: Descripción De Los Componentes De La Herramienta.....	70
Tabla 4-7: Sintaxis De Las Cadenas	99
Tabla 4-8: Funciones Para Las Variables Tipo Número.....	100
Tabla 4-9: Manejadores De Flujo.....	100
Tabla 4-10: Condiciones Booleanas	100
Tabla 4-11: Manejadores De Flujo.....	101
Tabla 4-12: Preguntas Del Caso De Prueba	111
Tabla 4-13: Escala De Respuestas Del Caso De Prueba	112
Tabla 4-14 Salidas Relevantes Del Proceso De Análisis	114



INTRODUCCIÓN

Las aplicaciones informáticas se hacen cada vez más necesarias y, más aún, las que se encuentran orientadas a áreas específicas de estudio. La importancia de las aplicaciones especializadas se debe a que reducen costos y el tiempo empleado; además, la calidad con que se llevan a cabo los procesos implementados hacen más atractiva su necesidad. Desafortunadamente, tener una aplicación que esté orientada a alguna área específica es difícil de conseguir y se tiene que recurrir a herramientas auxiliares o de soporte que realicen algunas de las tareas.

La herramienta desarrollada en el presente trabajo de tesis pretende tener la capacidad de orientarse a alguna área específica de estudio. Con una base estadística y las funcionalidades de una hoja de cálculo, se presentará una herramienta con la particularidad de ampliarse en tiempo de ejecución para así dar soporte a los procesos de las áreas de estudio que lo requieran. El nombre por el cual se conocerá la herramienta es StadCore, el cual proviene de “Estadística” (Stad) y “Core” (núcleo, en inglés).

El módulo que se implementará tendrá una orientación a la psicometría. En el presente trabajo solo se automatizarán los procesos de análisis y confiabilidad ya que el proceso relacionado a los tests y el de normas y baremos corresponden a otro trabajo de tesis.

En los capítulos presentados se describe el trabajo realizado para implementar la herramienta.

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 psicometría: básicamente a los procesos de confiabilidad y análisis, y a las herramientas y metodologías utilizadas.

En el segundo capítulo se describe el escenario que abarca el problema el cual motivó al desarrollo del presente proyecto. Este escenario comprende los problemas de las actividades relacionadas y las aplicaciones disponibles en el

mercado; así como también las herramientas, metodologías y recursos informáticos a nuestro alcance.

El tercer capítulo corresponde a la etapa de análisis de la herramienta propuesta. Aquí es donde se desarrollará la planificación de la mejora de los procesos que se desean resolver en la presente tesis. Utilizando parte de la metodología Six Sigma se identificarán y medirán las causas del problema. Por consiguiente, se podrán definir los requerimientos con los cuales se podrán utilizar las herramientas sugeridas por UML para esta etapa.

El cuarto capítulo corresponde a las etapas de diseño y construcción de la herramienta. Aquí se comprenderá la estructura propuesta mediante las herramientas de diseño de UML correspondientes a esta etapa. Posteriormente, se presentarán las especificaciones del prototipo y el desarrollo de las principales funcionalidades.

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

Los términos técnicos utilizados en la presente monografía pueden ser consultados en el Glosario de Términos incluido en el ANEXO I.

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 primer lugar se presentará la sección correspondiente al estudio de la Psicometría con el fin de comprender el tema en discusión. De este modo se podrá entender la situación del problema, el objetivo de la herramienta y la solución que se está planteando.

Finalmente, se expondrá brevemente las secciones correspondientes a las herramientas y metodologías usadas para desarrollar el presente trabajo. Aquí se presentarán conceptos relacionados a UML, RUP y Six Sigma.

Los conceptos estadísticos, utilizados para el desarrollo de psicometría, no están siendo considerados en el marco teórico por ser elementales, además de no ser la finalidad del presente proyecto, cuya complejidad radica en la psicometría.

1.1. Psicometría

La psicometría, según Muñiz, “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.” (Muñiz 1996: pag. 17).

En una recopilación de varios autores sobre la definición de la psicometría, compilada por Pedro Prieto (Prieto 2006), se tienen las siguientes definiciones:

- Para Nunnally (1973) es la metodología que se refiere al desarrollo y empleo de las técnicas de medida en todos los aspectos de la Psicología;
- Rivas (1979) llega a la conclusión de que existe "un consenso general para asignar a la Psicometría la tarea de medir comportamientos observables y de naturaleza psicológica".
- Maciá (1982) tiene una definición más profunda ya que para él la psicometría es una disciplina encuadrada dentro del área de la Ciencia Psicológica, con una doble función: teórica, en cuanto tiene como misión el estudio de la medida y sus posibilidades en el campo psicológico, y práctica, en cuanto aplica esos conocimientos al estudio de aspectos psicológicos concretos, tanto en lo que se refiere a como obtener las medidas (métodos) como a con qué obtenerlas (instrumentos)
- Yela (1968) sostiene que la Psicometría se ocupa de todas las medidas en el campo psicológico. Indica también que ésta se ha desarrollado a través de dos ramas un tanto independientes: la de los métodos psicofísicos y la del método de tests.
- De acuerdo con Barbero (1994), la Psicometría deberá ocuparse no sólo de la justificación y la legitimación de la medición psicológica, en sus diversos campos, dándole una fundamentación teórica cuyos principios constituyen la Teoría de la Medición, sino de las implicaciones prácticas y aplicadas que dicha medición conlleva, desarrollando los métodos necesarios que nos indiquen, en cada caso concreto, cómo se debe llevar a cabo la

cuantificación y construyendo los instrumentos necesarios para poder efectuarlos.

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 (Prieto 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. El origen, clasificación y etapas en el proceso de la psicometría son presentados a continuación.

1.1.1. Origen

Las raíces de la aplicación de pruebas, se encuentran en la antigüedad partiendo de los exámenes que se hacían en China para el servicio civil, hasta la aplicación de exámenes en Grecia para evaluar las habilidades físicas e intelectuales (Guerra 2007).

De gran importancia fueron las aportaciones hechas en el siglo XIX por los médicos franceses, Esquirol y Seguin (Guerra 2007); aunque el origen de la psicometría se atribuye a Sir Francis Galton (Cambridge Journals, 2002) al aplicar la Psicología Diferencial, la cual consiste en identificar diferencias entre distintos sujetos (Portal Galton.org).

En el portal de Human Intelligence (2007), se encuentra que dentro de los principales pioneros se tiene a Charles Spearman quien desarrolló teorías para la medición de la inteligencia y estudió bajo la labor docente de Wilhelm Wundt; este último era especialista en psicofísica. Otro pionero importante es el especialista en psicometría L. L. Thurstone que desarrolló una teoría de la medida referida como la ley del "juicio comparativo"; su ley tiene una cercana relación a la teoría psicofísica desarrollada por Ernst Heinrich Weber y Gustav Fechner. Más aún, Spearman y

Thurstone hicieron importantes contribuciones a la teoría y práctica del análisis de factores, un método estadístico que ha sido muy usado en la psicometría y que se verá más adelante.

Recientemente, las teorías de la psicometría han sido aplicadas en la medición de la personalidad, aptitudes y creencias, orientaciones académicas y en campos relacionados a la salud.

En general, se considera que el aporte fundamental para el establecimiento de la psicometría lo hicieron los investigadores Charles Darwin, Francis Galton, James McKeen Cattell, Krapelin, Charles Spearman, T.L. Kelly, L.L. Thurstone, E.B. Titchener y otros (Guerra 2007).

1.1.2. Clasificación

El área de trabajo de la psicometría se puede clasificar de la siguiente forma (Prieto 2006: cap. 1):

a) Teoría de la Medición

La teoría de la medición se encarga del estudio de las condiciones necesarias y suficientes de este proceso 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.

b) 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 test hace referencia a la construcción, validación y aplicación de los test.

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 este el objetivo de la herramienta.

c) 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.

1.1.3. Análisis

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 la confiabilidad.

a) Análisis Factorial por Componentes

Es una técnica de análisis multivariante que se utiliza para el estudio e interpretación de las correlaciones entre un grupo de variables. Considera que dichas correlaciones no son aleatorias sino que se deben a la existencia de factores

comunes entre ellas, por lo que el objetivo de este análisis es la identificación y cuantificación de dichos factores. Por ejemplo, hay fenómenos como estilo de vida, coeficiente intelectual, nivel socioeconómico, etc. que son necesarios de conocer pero que no se pueden medir con una sola característica ya que se trata de fenómenos complejos que son el resultado de la medición de un conjunto de características. El análisis factorial nos permite combinar tales características de forma tal que podamos obtener nuevas variables o factores que no son directamente medibles pero que tienen un significado. Constituye una técnica adecuada para el caso de variables continuas altamente correlacionadas. (Medina, 2002: pag. 21).

i. Análisis Multivariable

Los análisis multivariados son métodos estadísticos los cuales pueden lidiar con una gran cantidad de variables simultáneamente. De ahí, como Catell (1957) lo indicó, el análisis multivariable cabe perfectamente en la psicología dado que, a diferencia de las ciencias naturales, tiene un problema de complejidad e interacción entre las variables con las que se trabaja ya que, además, es muy raro para una variable operar sola. Más aún, se dice que la multiplicidad de variables que afectan una gran cantidad de los hábitos del ser humano, hacen que los métodos multivariados sean una necesidad para el análisis de datos. Es por ello que, de todos los métodos, el análisis factorial es el más usado en psicometría. (Kline 1998: pags. 55-56)

Cabe señalar que el análisis factorial es uno de muchos métodos multivariados. Una vez que el análisis factorial sea entendido, los otros métodos multivariados existentes serán fáciles de entender ya que, como lo ha demostrado Krzanowski (1988), los métodos multivariados son muy similares el uno con el otro. (Kline 1998: pag. 55)

ii. Objetivo del Análisis Factorial

Según Kline (1998), el objetivo del análisis factorial, desde el punto de vista de la psicometría, es simplificar la matriz de correlación. Asumiendo que se han administrado 100 tests a una muestra de sujetos y se han

correlacionado los puntajes juntos; esto daría como resultado una matriz de 100 x 100 correlaciones. Dicha cantidad de información es demasiada para ser captada en un determinado momento, haciendo imposible interpretar la matriz de correlación. Es más, incluso la más pequeña matriz de correlación hace más claro ver qué tan difícil es manejar sesenta y cuatro correlaciones de un simple caso, tal como se muestra en la Tabla 1-1.

Variables	<i>Ing.</i>	<i>Franc.</i>	<i>Latín</i>	<i>Grig</i>	<i>Mat.</i>	<i>Fís.</i>	<i>Quím.</i>	<i>Geog.</i>
<i>Inglés</i>	1.00	0.65	0.42	0.41	0.23	0.15	0.18	0.27
<i>Francés</i>	0.65	1.00	0.51	0.41	0.20	0.16	0.13	0.21
<i>Latín</i>	0.42	0.51	1.00	0.75	0.49	0.38	0.32	0.28
<i>Griego</i>	0.41	0.41	0.75	1.00	0.50	0.34	0.28	0.21
<i>Matemática</i>	0.23	0.20	0.49	0.50	1.00	0.56	0.47	0.19
<i>Física</i>	0.15	0.16	0.38	0.34	0.56	1.00	0.48	0.22
<i>Química</i>	0.18	0.13	0.32	0.28	0.47	0.48	1.00	0.31
<i>Geografía</i>	0.27	0.21	0.23	0.21	0.19	0.22	0.31	1.00

Tabla 1-1 : Una matriz simple de correlaciones (Kline, 1998)

Aunque este es un ejemplo para fines explicativos, lo que se está mostrando no es muy diferente a lo que frecuentemente se obtiene en el análisis de los cursos de un colegio e ilustra el porqué el análisis factorial puede ser muy útil. Una breve inspección a la matriz hace notar lo siguiente: ¿Por qué todas las correlaciones son positivas? ¿Por qué algunas correlaciones tienen magnitudes más grandes que las demás? ¿Por qué las correlaciones disminuyen en grupos, al menos en cierta medida? Esto se debe a que los cursos de idiomas tienden a correlacionar juntos y así sucede lo mismo con los cursos de ciencias. El curso de Geografía correlaciona moderadamente con la mayoría de los cursos mientras que el Latín y el Griego solo lo hacen con los cursos de ciencias y artes. Como se puede ver, este es un simple ejemplo deliberado. No es muy difícil de interpretar que estos resultados pueden ser explicados en términos de tres factores: inteligencia, habilidad verbal (lengua) y habilidad matemática. De hecho, un factor de análisis, originado por estas correlaciones, bien podría revelar tales factores. (Kline 1998: pag. 56)

1.1.4. 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. A continuación se detallan algunas definiciones para este proceso:

- Según Muñiz, indica que “Las mediciones psicológicas, como las de cualquier otra ciencia, han de ser fiables, es decir, han de estar libres de errores de medida, en nuestro caso un test o una escala, se considera fiable si las medidas que se hacen con él carecen de errores de medida, son consistentes. (...) un test será fiable si cada vez que se aplica a los mismos sujetos da el mismo resultado.” (Muñiz, 1996: pag. 31).
- Según Hernández, los conceptos de fiabilidad y validez son aplicables a cualquier instrumento. La fiabilidad, confiabilidad o precisión denotan la cualidad de un instrumento que permite que cualquier investigador obtenga la misma lectura, bajo las mismas condiciones; si un instrumento tiene fiabilidad o es fiable (o preciso) cualquier observador haría la misma determinación. La validez o exactitud definen que el instrumento mide aquello para lo que fue diseñado. (Hernández, 2004: cap. 7)

Como se verá más adelante, el objetivo de este proceso es aumentar la confiabilidad del test eliminando algunas preguntas que de ahora en adelante llamaremos “ítem”, que no aporten en gran medida a lo que se quiera medir en el test. Un ítem puede no aportar significativamente en el test debido a que dicho elemento no sirve para el contexto en el que se está aplicando. Por ejemplo, para aplicar una determinada prueba desarrollada en un país oriental se debe utilizar el concepto de confiabilidad si se va a aplicar en un país occidental. Se debe tener en cuenta que, para el caso mencionado, la realidad de los sujetos es muy distinta conforme varía la región.

La forma en que se obtiene un test confiable es utilizando el Alfa de Cronbach o Coeficiente Alfa; este coeficiente normalmente debe ser mayor a 0.80 para que un test se considere confiable. Para ponderar la utilidad de un ítem en el test se utiliza

un algoritmo en el cual, inicialmente, para cada ítem se calcula el valor del coeficiente Alfa sin considerar la existencia del ítem en análisis. Si el valor del Alfa aumenta considerablemente entonces el ítem puede ser descartado, caso contrario es significativo para el test. En el caso de darse un conflicto con algún otro ítem que no sea significativo para el test, es decir, que los aportes al test sean de igual magnitud, se procede a comparar las correlaciones de ambos para así proceder a eliminar el ítem de menor correlación. Posteriormente, se repite este ciclo hasta que algún juego de ítems haga que el coeficiente Alfa y la correlación de todos los ítems lleguen a ser los deseados.

En el análisis de confiabilidad es posible efectuar la correlación ítem-área e ítem-test. El proceso es muy similar, diferenciándose únicamente en que el primero es de un ítem respecto al área que pertenece o factor (calculado del análisis factorial por componentes) y que el segundo es con respecto al test en general.

A continuación, se explicará algunos conceptos necesarios al momento de estimar la confiabilidad del test aplicado en la muestra.

a) Coeficiente Alfa (α)

Según Muñiz (Muñiz, 1996: pag. 48), Lee J. Cronbach, docente norteamericano de psicología, hizo significativas contribuciones a los tests y mediciones de psicología, proponiendo en el año 1951 el coeficiente Alfa (α) el cual sería conocido posteriormente como Alpha de Cronbach. El Alpha de Cronbach constituye otra forma de acercarse a la fiabilidad. Más que la estabilidad de las medidas, el alfa refleja el grado en el que covarían los ítems que constituyen el test, es, por tanto, un indicador de la consistencia interna del test. Su fórmula viene dada por:

$$\alpha = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n \sigma_j^2}{\sigma_x^2} \right)$$

Donde:

n : Número de ítems del test.

$\sum \sigma_j^2$: Suma de las varianzas de los n ítems.

σ_x^2 : Varianza de las puntuaciones en el test.

Según Muñiz (Muñiz 1996, pag. 49), quien cita a Green, Lissitz y Mulaik, indica que en contra de la idea tan extendida de usar acríticamente el coeficiente Alfa como un indicador preciso de la unidimensionalidad de los ítems (test), éste tiene, sin embargo, algunas limitaciones al respecto. Es evidente que Alfa va a resultar elevado si los ítems se acercan a la unidimensionalidad, pero lo contrario no es estrictamente cierto ya que una elevada consistencia interna no implica necesariamente unidimensionalidad. Según los actores que Muñiz cita, Alfa viene afectado por diversos factores para ser un índice apropiado de la unidimensionalidad:

- Alfa aumenta cuando se incrementa el número de ítems.
- Alfa aumenta cuando se repiten ítems similares.
- Alfa aumenta cuando el número de factores pertenecientes a cada ítem aumenta.
- Alfa fácilmente se acerca y supera a 0.80 (el valor mínimo aceptable por convención) cuando el número de factores que pertenecen a cada ítem es dos o más y el número de ítems moderadamente amplio.
- Alfa disminuye moderadamente al disminuir las comunidades de los ítems.

Por todo ello, cuando se deseen hacer juicios acerca de la unidimensionalidad y de la consistencia interna de un test, Alfa debe complementarse con otras técnicas tales como el estimador insesgado de Alfa propuesto por Feldt, Woodruff y Salih (1987), que viene dado por:

$$\bar{\alpha} = \frac{(N-3)\hat{\alpha} + 2}{N-1}$$

Donde:

$\bar{\alpha}$: Estimador insesgado

$\hat{\alpha}$: Valor de Alfa obtenido en una muestra.

N : Número de sujetos de la muestra.

b) KR20 y KR21

Previamente a la presentación del coeficiente Alfa por Cronbach en 1951, la Psicometría Clásica ya disponía de otras fórmulas para estimar la fiabilidad en términos de la consistencia interna del test. Dado que el Alfa constituye una solución general al problema, se consideran como casos particulares del Alfa a las formulaciones KR20 y KR21.

En su famoso artículo de 1937, Kuder y Richardson presentan, entre otras, sus no menos famosas fórmulas conocidas como KR20 y KR21, denominadas así por ser precisamente el número 20 y 21 de las presentadas por ellos mismos (Muñiz, 1996: pag. 52). Estas fórmulas son aplicables cuando los tests son del tipo dicotómicos, es decir, cuando tienen dos opciones de respuestas (usualmente contradictorias) tales como “verdadero y falso”, “siempre y nunca”, frases opuestas con las que uno se identifique, etc.

i. KR20

KR20 es un caso particular de Alfa cuando los ítems son dicotómicos, pues en ese caso, la varianza de una variable dicotómica viene dada por $\sigma_j^2 = p_j q_j$, siendo p_j la proporción de sujetos que aciertan el ítem j y q_j la proporción de los que lo fallan.

$$KR_{20} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\sum_{j=1}^n p_j q_j}{\sigma_x^2} \right)$$

ii. KR21

KR21 es un caso particular de Alfa cuando además de dicotómicos los ítems tienen la misma dificultad, en cuyo caso:

$$KR_{21} = \frac{n}{n-1} \left(1 - \frac{\bar{X} - \frac{\bar{X}^2}{n}}{\sigma_x^2} \right)$$

Según Morrow, cabe mencionar lo siguiente:

- El Alpha de Cronbach y el KR20 son lo mismo ya que el primero es el caso genérico para data continua mientras que el segundo es más especializado al ser para data dicotómica.
- KR21 es una estimación conservadora de la fiabilidad.
- KR20 siempre será mayor o igualará a KR21.
- KR21 es mucho más fácil de calcular.

Es preciso señalar que KR20 y KR21 no son los únicos casos particulares de Alfa, también se encuentra el de Rulon (1939), Guttman (1945) y Flanagan (1937). (Muñiz, 1996: 51)

1.1.5. 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 (Dávila, 2004).

Los conceptos de esta etapa no serán tratados en el presente documento ya que no corresponden al alcance planteado.

1.2. Metodologías y Herramientas para el Desarrollo de Software

Las metodologías y herramientas que se aplicaron para el desarrollo de la solución fueron el Unified Modeling Language y el Rational Unified Process. Cabe señalar que también se utilizó la metodología Six Sigma pero, al estar más orientada a mejorar la calidad en los procesos y no al desarrollo de software, será considerada en el siguiente subcapítulo.

A continuación se presentarán los conceptos de las metodologías y herramientas UML y RUP respectivamente.

1.2.1. Unified Modeling Language

UML (Unified Modeling Language, lenguaje unificado de modelamiento) es un lenguaje visual de modelamiento de propósito general usado para especificar, visualizar, construir y documentar los artefactos (artifacts) de un sistema de software (Rumbaugh, 1999). En este contexto, el término “artefacto” se refiere a “un elemento de información usado o producido por un proceso de desarrollo de software, tal como un documento externo o un producto de trabajo” (Rumbaugh, 1999).

Según sus propios creadores, Rumbaugh, Jacobson y Booch (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. Esta capacidad de modelar el

sistema desde puntos de vista distintos pero relacionados permite que este sea entendido de diferentes maneras y para diferentes propósitos.

a) Vistas y Diagramas de UML

Los modelos diagramados con UML se dividen, por conveniencia, en varias vistas. Una vista es un subconjunto de diagramas de UML que representan un aspecto del sistema (Rumbaugh, 1999). Las vistas de UML son ocho, según Rumbaugh, Jacobson y Booch (1999): vista estática, vista de casos de uso, vista de interacción, vista de máquina de estados, vista de actividades, vista de implementación, vista de despliegue y vista de administración del modelo.

1.2.2. Rational Unified Process

RUP (Rational Unified Process) 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 (Rational Software Corporation, 1998).

Según Kruchten (2001), RUP puede ser de ayuda tanto para organizaciones que hayan acumulado conocimiento a lo largo de varios años y proyectos como para aquellas que no tienen un proceso definido y necesitan un punto de partida. Para ambos casos, RUP provee un proceso de ingeniería de software maduro, riguroso y flexible.

RUP es también un framework de procesos que puede ser adaptado y extendido para ajustarse a las necesidades de la organización que lo adopta. Es lo suficientemente general y comprensivo como para ser usado “fuera de la caja” (out-of-the-box) por organizaciones pequeñas o medianas de desarrollo de software. Cabe resaltar que puede ser modificado, ajustado y expandido para acomodarse a las necesidades, características, restricciones e historia específicas de la organización que lo utiliza (Kruchten, 2001).

Se puede considerar que RUP posee 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 1-1 se puede apreciar la relación entre estas dimensiones.

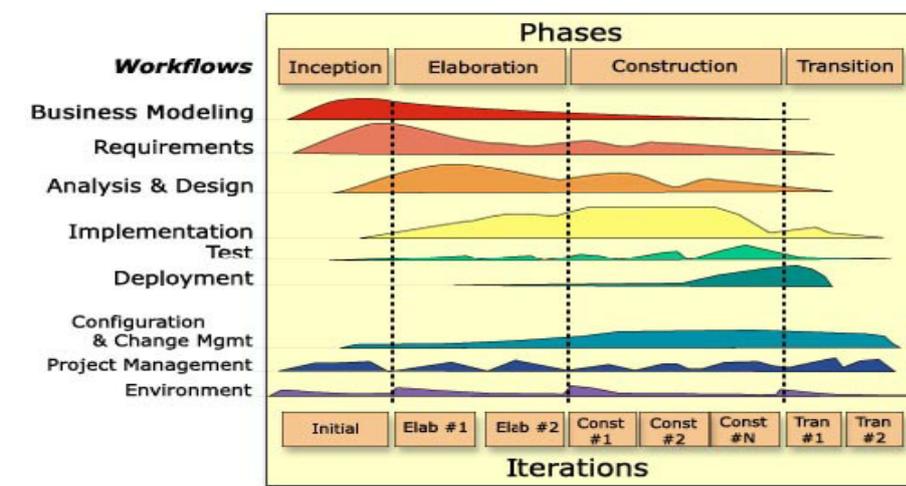


Figura 1-1: Las dos dimensiones de RUP: disciplinas y y fase

1.3. Six Sigma

Six Sigma es un programa para la gerencia de la calidad el cual trata de alcanzar los seis sigma niveles de calidad (Valle, 2006).

Según Pande (2002), el término Six Sigma o Seis Sigma hace referencia al objetivo de reducir los defectos hasta casi cero. Sigma es la letra griega que los estadísticos utilizan para representar la desviación estándar de una población. Sigma, o la desviación estándar, indica cuánta variabilidad hay en un grupo de elementos que se le conoce como “la población”. Cuanta más variación haya, mayor será la desviación estándar. Por ejemplo, se pueden adquirir tres camisas con la “misma” longitud de manga y descubrir posteriormente que ninguna de las tres tiene

exactamente la longitud que figura en la etiqueta: dos son más cortas de lo debido y la otra unos cuantos centímetros más larga; una desviación estándar considerable.

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. (Pande 2002: pag. 4)

Según Escalante (2003), Six Sigma representa una métrica, una filosofía de trabajo y una meta. Como métrica, Six Sigma representa una manera de medir el desempeño de un proceso en cuanto a su nivel de productos, servicios o resultados fuera de especificación. Como filosofía de trabajo, significa mejoramiento continuo de procesos y productos apoyado en la aplicación de la metodología Six Sigma, la cual incluye principalmente el uso de herramientas estadísticas, además de otras de apoyo. Como meta, un proceso con nivel de calidad Six Sigma significa estadísticamente tener un nivel de clase mundial al no producir resultados defectuosos: 0.00189 ppm, proceso centrado y hasta 3.4 ppm, proceso con un descentrado de 1.5σ (desviación estándar).

Otros significados de Six Sigma se muestran a continuación en la Tabla 1-2 con un ejemplo de una librería.

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 1-2: Otros significados de Six Sigma (Harry 1998 y McFadden 1993)

De acuerdo con Snee (2001), "Six Sigma significa mejorar procesos por medio de resolver problemas".

1.3.1. Metodologías de Six Sigma

Según Simon (2006), uno de los más confusos problemas asociados con una persona que dice “Estoy usando Six Sigma” tiene que ver con qué metodología está siendo usada actualmente. La mayor parte del tiempo, se refieren a la metodología DMAIC ya que se tienen procesos existentes que están desperdiciando recursos. La minoría de las personas que utilizan Six Sigma estarán usando el DFSS el cual es un acercamiento para el diseño de un proceso que genere un resultado de calidad Six Sigma.

a) Metodología DMAIC

Cuando la mayoría de personas se refieren a Six Sigma, ellos en realidad se están refiriendo a la metodología DMAIC. La metodología DMAIC 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, solo cuatro fases (Medición, Análisis, Mejora y Control) son usadas; en este caso, la Definición está considerada como trabajo previo del proyecto o está incluido en la fase de Medición del mismo.

La metodología DMAIC comprende las siguientes etapas:

- Definir los objetivos del proyecto y los requerimientos (internos y externos) del cliente.
- Medir el proceso para determinar su actual desempeño.
- Analizar y determinar las causas de los defectos.
- Mejorar el proceso eliminando las causas de los defectos.
- Controlar el desempeño futuro del proceso.

Una nueva variante de la metodología DMAIC, pero aún no muy difundida, es el DMAIIC. Esta última incorpora una fase de Implementación luego de la Mejora (Improve).

b) Metodología DFSS

El DFSS es el acrónimo para Design For Six Sigma. A diferencia de la metodología DMAIC, las fases o pasos para DFSS no son universalmente reconocidos ni están claramente definidos. Muchas veces, las grandes instituciones implementan el DFSS de tal modo que se adecue en su negocio y cultura; otras veces, implementarán alguna versión de DFSS usada por alguna empresa consultora. Debido a esto, DFSS es más que nada un acercamiento más 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 ser de al menos 4.5 (no más de un defecto aproximadamente por cada mil oportunidades), pero puede ser de nivel 6 Sigma o más alto dependiendo del producto. 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.

Una metodología popular para el DFSS se conoce como DMADV. Normalmente se confunde con la metodología DMAIC ya que tiene la misma cantidad de letras, número de fases y su pronunciación en inglés es similar.

La metodología DMADV tiene las siguientes fases:

- Definir los objetivos del proyecto y los requerimientos (internos y externos) del cliente.
- Medir y determinar las necesidades y especificaciones de los usuarios aplicando benchmark.
- Analizar las opciones del proceso para alcanzar las necesidades de los usuarios.

- Diseñar (detalladamente) el proceso para alcanzar las necesidades de los usuarios.
- Verificar el desempeño del diseño y la habilidad para alcanzar las necesidades de los usuarios.

Existe también una ligera modificación de la metodología DMADV la cual se le conoce como DMADOV. La DMADOV contiene las siguientes fases: Definir, Medir, Analizar, Diseñar, Optimizar y Verificar.

1.3.2. Selección de la Metodología

Según Valle (2006), la metodología a aplicar para proyectos de optimización de procesos va a depender del alcance y dimensión de éstos en función al tipo de proyecto:

- Iniciativas y/u Oportunidades de Mejora: Se aplica cuando se ha identificado un problema específico de un proceso y se debe evaluar una solución en particular. Por ejemplo, el tiempo excesivo en atender las llamadas de un Call Center, el tiempo de registro de la compra de activos fijos en un sistema, etc.
- Optimización de Procesos: Se aplica cuando se ha identificado la necesidad de efectuar una revisión integral de un Macroproceso o varios procesos relacionados. Por ejemplo, planeamiento comercial, plan anual de la marca, gestión presupuestal, etc.
- Rediseño/Innovación de Procesos: Se rediseña totalmente un proceso, se innova.

Por consiguiente, la selección de la metodología es presentada en la Figura 1-2.

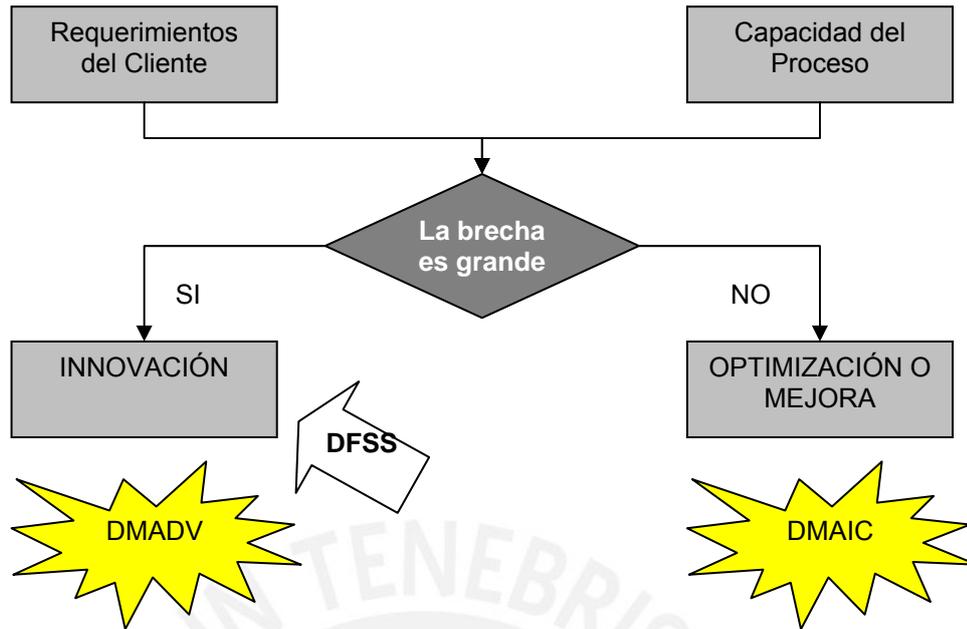


Figura 1-2: Selección de la Metodología (Valle, 2006)

1.3.3. El Ciclo de Shewhart/Deming

Según Escalante (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 1-3. Se considera una guía lógica para actuar en una gran variedad de situaciones, una de las cuales es resolver problemas.

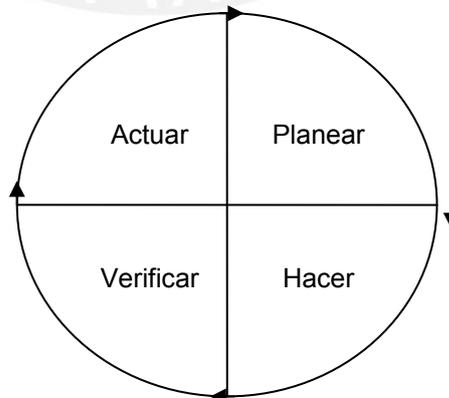


Figura 1-3: El Ciclo Shewhart/Deming

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 (Escalante 2003, pag. 17).

Cabe resaltar que las etapas del Ciclo de Deming se pueden adaptar a lo que se conoce como los siete pasos para la solución de problemas. En la Tabla 1-3, se incluye una recomendación de las posibles herramientas a ser usadas (Valle, 2006):

Etapas PHVA	Pasos para la solución de problemas	Herramientas
Planificar	Seleccionar el problema y definir el tema	Tormenta de ideas: Mapas mentales Caracterización del proceso Diagrama del macroproceso Diagrama de bloques
	Comprender la situación y definir los objetivos	Diagrama ACME (variante del DAP: Diagrama de Análisis del Proceso) Gráfica de Tendencias
	Planear las actividades	Plan de Acción: EDT (Estructura de Descomposición del Trabajo o WBS por sus siglas en inglés), Diagrama de Gantt
	Analizar las causas	Diagrama Causa-efecto (espina de pescado), histogramas, gráfico de Pareto, diagramas de dispersión y gráficos de control
Hacer	Considerar e implementar las contramedidas	Lluvia de ideas, 5w y 1h (what, where, when, who y how) Diagrama de presentación de la solución
Verificar	Verificar los resultados	Indicadores de Gestión
Actuar	Estandarizar y establecer el control	Hoja de verificación, políticas, procedimientos

Tabla 1-3: Los 7 pasos para la solución de problemas

2. Descripción del Problema

En este capítulo, se presenta la situación actual del problema y las razones por las que es necesario contar con una herramienta modular con fines estadísticos y orientada a la psicometría. Los puntos del problema se presentarán desde la perspectiva de las tareas específicas que son desarrolladas por los usuarios objetivos (docentes, estudiantes e investigadores de psicometría) y, en algunos casos, por tareas genéricas de usuarios que desarrollan sus trabajos en hojas de cálculo.

Posteriormente, se expondrán las herramientas actuales existentes en el mercado y que han sido evaluadas mediante su prueba, conversaciones directas con los desarrolladores y/o lectura de la documentación técnica disponible. De las herramientas presentadas en este documento, algunas de ellas son muy conocidas entre el público objetivo y las demás no son muy difundidas (o de difícil adquisición) pero que sin embargo podrían brindar algún tipo de solución al problema.

Con el panorama de las aplicaciones informáticas a disposición de los usuarios, se presentarán las características que deberá cumplir la herramienta propuesta con el fin de ofrecer una solución integral.

Finalmente, se detallarán los recursos informáticos actuales y aplicables que brindarán el soporte necesario para afrontar el problema y construir la mejor solución posible.

2.1. Definición del Dominio del Problema

La posibilidad de obtener una herramienta que de una solución completa a un problema específico es difícil de encontrar. En la mayoría de los casos, se logra obtener soluciones a algunas partes de los subprocesos necesarios. De este modo se debe recurrir a varias herramientas con el fin de solucionar por completo el problema.

La inflexibilidad y dureza de las herramientas actuales, mencionada anteriormente, genera una limitación en el desarrollo de un cierto trabajo. Esta restricción ocasiona la insatisfacción en el usuario ya que implica un consumo excesivo de recursos al tener que solucionar su problema manualmente (trayendo consigo los errores humanos propios del proceso).

A continuación se explican los problemas encontrados en las posibles causas que ocasionan el inconveniente.

2.1.1. Problemas de las Hojas de Cálculo Electrónicas

Las Hojas de Cálculo Electrónicas son, probablemente, las herramientas más usadas por los usuarios promedio; sin embargo, a pesar de su uso muy difundido para trabajos generales, tiene una limitación en sus funcionalidades.

La limitación de sus funcionalidades radica en la falta de aprovechamiento de las funciones básicas que proveen y que no son suficientes para áreas de estudio muy

complejas. Como se puede ver, la posibilidad de ampliación es casi nula o muy difícil como para que un usuario promedio pueda llevarlo a cabo.

Por otro lado, estas herramientas se caracterizan por tener numerosas opciones para ejecutar sus funcionalidades. Si bien son completas en ese sentido, esa cantidad de opciones que se visualizan pueden terminar confundiendo al usuario dado que no ubicaría fácilmente lo que necesita.

2.1.2. Problemas en la Elaboración y Corrección de Test

Con respecto a la elaboración y corrección de los tests, no sólo los de psicometría, tienen el problema de contener procesos relacionados de tipo manual. Debido a esta forma de operación, la probabilidad de ingreso de errores durante el proceso es considerable; estos errores se deben al cansancio y/o distracción de la persona que los ingresa al ser tareas repetitivas y de una duración muy prolongada.

El proceso de corrección consta de dos tareas: el copiado de las respuestas de los test en una hoja de cálculo y la asignación de puntaje correspondiente por cada respuesta a un ítem del test. Si se considera que una prueba estándar consta de X preguntas y de Y muestras, este trabajo se realizará $X*Y$ veces.

Este tipo de errores, a pesar de su simplicidad, ocasionan un reproceso del ingreso de la data. Dicha tarea puede tomar un tiempo considerable y el riesgo de que se cometan errores es aún latente.

2.1.3. Problemas en el Proceso de Psicometría

En el proceso de psicometría se pueden identificar dos inconvenientes: la necesidad de recurrir a la utilización de varias aplicaciones para solucionar el problema y la dificultad de encontrar estas escasas herramientas.

Sobre el primer problema, la necesidad de utilizar varias herramientas para solucionar un determinado problema hace muy difícil la labor del docente al querer transmitir el procedimiento a sus alumnos. El hecho de tener que cambiar entre las

pantallas de las distintas aplicaciones hace muy confuso seguir la secuencia; además, estas aplicaciones devuelven el resultado final y no muestran las iteraciones que siguen paso a paso con el fin de hacer más explicativa la solución del problema.

Acerca del segundo problema, las escasas herramientas en el mercado tienen costos de adquisición muy elevados o están hechas por aficionados. El hecho de ser pocas las disponibles origina una especie de monopolio en el que las pocas empresas desarrolladoras las ofrecen a un costo elevado. Por otro lado, si no están desarrolladas por empresas consultoras están hechas por personas con pocos conocimientos en programación: interfaz no amigable, tiempo de respuesta lento, poco mantenimiento al código, etc.

A continuación se presentarán los problemas de psicometría de acuerdo a los tres pasos por los que se procede:

a) Análisis

En la etapa del análisis de un test, donde se aplica el concepto del Análisis Factorial por Componentes, las herramientas que implementan dicho proceso son escasas. En el caso de necesitar llevar a cabo este análisis, se debe dar un formato determinado a los datos volcados, ingresarlos en la herramienta que realiza esta etapa y volver a formatear los datos para visualizarlos como se desean tener.

b) Confiabilidad

El análisis de la confiabilidad de un test en psicología es una de las partes más importantes del proceso tal como se expuso en el marco teórico. Es en este paso clave en donde cada ciclo del proceso se repite manualmente.

El proceso consiste en colocar en una tabla el listado de los ítems con su correlación respectiva y con el Alfa que se obtendría como resultado de eliminar dicho ítem. Posteriormente, se repite el ciclo de ubicar y descartar el ítem que menos aporte al test en base al valor de su Alfa y, de existir más de un ítem con el

mismo menor aporte, el que posea menor correlación. El ciclo se repite hasta que el valor del Alfa del test y las correlaciones de los ítems sean los valores deseados.

En esta etapa, la experimentación resulta útil para la docencia puesto que se logra mostrar el proceso completo de encontrar el aporte de cada ítem al test. La existencia de una herramienta que permita al docente asignar y desasignar los ítems de un test, con la finalidad de visualizar la variación del coeficiente Alfa, sería de mucha utilidad. Lamentablemente, ninguna herramienta tiene implementada esta solución que apoyaría a la labor docente.

c) Normas y Baremos

La etapa de normas y baremos es otra etapa del proceso de psicometría y no será tratada en la presente tesis. Cabe señalar que, al igual que en la etapa de análisis, las normas y baremos tienen que ser trabajadas independientemente con las herramientas actuales en el mercado. La obtención de los valores de esta etapa requiere de varios pasos, luego de los cuales se analizan para obtener los indicadores de las normas y baremos.

2.2. Herramientas en el Mercado

En el mercado existen diversos tipos de herramientas y/o aplicaciones especializadas que permiten desarrollar trabajos sobre hojas de cálculo o trabajos de un área específica del conocimiento respectivamente.

A continuación se mencionarán las herramientas que se han evaluado. Para su mejor comprensión se han clasificado por categorías.

2.2.1. Hojas de Cálculo Electrónicas

Dentro de las herramientas basadas en Hojas de Cálculo, se pueden distinguir fácilmente a Excel de Microsoft Office y Calc de OpenOffice.org, comercial y de fuente abierta (open source) respectivamente.

Sobre los orígenes, Microsoft Excel nació de una primera solución de Microsoft, denominada Multiplan, que surgió en el año 1982. Posteriormente, en el año 1992, es cuando Microsoft Excel se convierte en la aplicación dominante dentro de las hojas de cálculo. La herramienta OpenOffice nace de una suite conocida como StarOffice. Esta suite fue adquirida por Sun Microsystems en el año 1999 en un intento de romper el dominio del mercado de Microsoft ofreciendo una alternativa de bajo costo, alta calidad y abierta.

Sobre estas herramientas no se hará mayor profundización dado que son de uso común entre los usuarios y sus funcionalidades se encuentran muy difundidas.

2.2.2. Aplicaciones Estadísticas

Las aplicaciones estadísticas evaluadas son presentadas a continuación:

a) Statistical Product for Service Solutions (SPSS)

La herramienta Statistical Product for Service Solutions, o mejor conocido como SPSS, ha sido el líder en el mercado en estos últimos 37 años.

En la página oficial de SPSS, la empresa asegura que su herramienta provee las funciones para la entrada, tratamiento, preparación, análisis de datos y presentación de informes de resultados; permite trabajar mediante un sistema de módulos escalable 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 una versión opcional Server, SPSS Server, software de servidor que entrega una gran escalabilidad, herramientas adicionales, seguridad y un potente rendimiento.

Las áreas del mercado que abarca SPSS son las siguientes: Análisis de encuestas, investigación de mercados y marketing directo, Educación, Investigación administrativa, RR.HH., Investigación médica y social, Planificación y previsión,

Mejora de la calidad, Realización de informes y toma de decisiones ad hoc, Desarrollo de la aplicación Enterprise-level analytic, etc.

b) Statgraphics Centurion XV

Statgraphics es una herramienta estadística desarrollada por StatPoint Inc y ha estado en una mejora continua desde 1980. Su última versión es la número 15, conocida también como Statgraphics Centurion XV.

En la página oficial de Statgraphics, se puede ver que este software trabaja con análisis exploratorio de datos, modelos estadísticos, diseño de experimentos, mejoramiento de calidad, herramientas para la implementación de programas Six Sigma, las funcionalidades StatWizard que ayuda en la selección del modo debido para analizar los datos y StatAdvisor que explica el significado de los resultados estadísticos, entre otros.

Cabe señalar que esta herramienta cuenta con la versión Statgraphics Mobile, la cual puede correr en Pocket PC.

c) XLSTAT

En la página oficial de XLSTAT, se señala que “es la herramienta más completa y utilizada de análisis de datos y estadísticas para Microsoft Excel. XLSTAT ofrece las funciones que hacen de Excel una herramienta potente y de acceso fácil para satisfacer la mayoría de sus necesidades en el análisis de datos. XLSTAT funciona con cualquier versión de Excel, desde la versión 5.0 hasta la versión 2003 para Windows y Mac”.

d) MacAnova

MacAnova 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 multivariantes.

Actualmente, esta herramienta se encuentra en su versión 5.05, release 1. Su interfaz está orientada al uso de comandos aunque su tendencia es lograr que sus capacidades sean usadas a través del uso de menús, ventanas de diálogo y mouse.

2.2.3. Aplicaciones Orientadas a la Psicometría

La herramienta orientada al proceso de psicometría que se evaluó es la siguiente:

a) Micro ítem

Herramienta Venezolana desarrollada por el profesor Massimo Di Salvatore de la Universidad Central de Venezuela. Microitem permite el análisis de ítems, la corrección de pruebas de opciones múltiples con ítems binarios y no binarios, y la elaboración de normas. (Rodríguez 1999: pag. 15)

Esta herramienta tiene dos versiones disponibles. La primera es una versión completa, con fines empresariales, que se obtiene por convenios (brindando una serie de cursos y talleres de entrenamiento) para el uso del programa en diferentes áreas de la psicología en general. La otra versión es gratuita y se puede descargar una vez inscrito en el grupo microitem31 (registrado en el dominio de Yahoo).

2.2.4. Comparación entre las Herramientas del Mercado

A continuación se presentarán las herramientas que se analizaron. El resultado de este análisis se puede apreciar en la Tabla 2-4.

Nombre de la Herramienta	Compañía Desarrolladora	Tipo de Herramienta	Tipo de Licencia	Año de lanzamiento
<i>Microsoft Excel</i>	Microsoft	Hoja de cálculo	Comercial	1983
<i>Open Office - Calc</i>	OpenOffice.org	Hoja de cálculo	Gratuita	1999
<i>SPSS</i>	SPSS	Estadística	Comercial	1968
<i>Statgraphics Centurión XV</i>	Statgraphics	Estadística	Comercial	1980
<i>XLSTAT</i>	SXLSTAT	Estadística	Comercial	1995
<i>MacAnova</i>	Escuela Estadística - Universidad de Minnessota	Estadística	Gratuita	1987
<i>Microltem</i>	Profesor Massimo Di Salvatore	Psicometría	Comercial	?

Tabla 2-4: Cuadro comparativo de las Herramientas Evaluadas (a Agosto del 2006)

a) Principales Características de las Herramientas del Mercado

A continuación se presentarán las principales características encontradas en las herramientas evaluadas. Las características están separadas de acuerdo a la clasificación que se está considerando:

i. Hojas de Cálculo Electrónicas

- Poseen una gran variedad de fórmulas, orientadas a diversos fines, y que al combinarlas pueden dar solución a distintos problemas.
- Permite ampliar su funcionalidad, en cierto modo, mediante el uso de “Macros” que requieren de conocimientos de programación.
- Poseen una gran variedad de gráficos que pueden ser personalizados.
- Poseen funcionalidades adicionales que complementan el funcionamiento de la hoja de cálculo (auditoria de fórmulas, inserción de objetos, etc.)
- Poseen una interfaz gráfica intuitiva y de fácil uso.

ii. Estadística

- Tienen implementadas las fórmulas de estadística de Medidas de Posición, de Dispersión y de Regresión.

- Permiten realizar varios tipos de análisis estadísticos de gran complejidad.
- Permite, en el caso del SPSS, ampliar su funcionalidad abarcando temas que en cierto modo puedan necesitar de un análisis que requiera de cálculos estadístico.

iii. Psicometría

- Permite el empleo y análisis de instrumentos psicométricos o pruebas estandarizadas para la selección, orientación, investigación, etc.
- Permite trabajar con puntajes de subpruebas y un puntaje total con ítems asignables a las subpruebas o factores. Cada ítem puede tener alternativas de respuestas con su respectiva ponderación.
- Cada una de las subpruebas o factores, puede analizarse por separado o conjuntamente.
- Permite calcular los coeficientes de consistencia interna del Alfa de Crombach o ANAVA de Hoyt.
- Las pruebas son corregidas de acuerdo a una configuración definida por el usuario (peso de cada ítem, peso de la prueba dentro de una subprueba, etc).
- Permite realizar diferentes tipos de cálculos estadísticos con los puntajes (correlacionar las diferentes subpruebas, establecer un modelo lineal bivariante entre una subprueba y una variable criterio, etc).

b) Características Faltantes de las Herramientas del Mercado

A continuación se presentarán las características que no han sido encontradas en las herramientas evaluadas. Se presentarán separadas de acuerdo a la clasificación que se está considerando:

i. Hojas de Cálculo Electrónicas

- La posibilidad de su ampliación, en el caso de Microsoft Excel, no es muy amigable y requiere de conocimientos avanzados para hacerlo. Lo más práctico a nivel de usuario es asignar la nueva funcionalidad solo al archivo de hoja de cálculo y no integrarlo a la herramienta en sí, por ser esto un proceso complicado de configurar correctamente.

ii. Estadística

- La posibilidad de ampliación es compleja ya que, en el caso del SPSS, depende de la instalación de módulos existentes propios de la empresa desarrolladora o de su elaboración en el lenguaje de programación "C".

iii. Psicometría

- La versión no es estable, en el caso de las pruebas efectuadas en el Micro Ítem, ya que son comunes los cierres repentinos por algún tipo de error.
- Su uso no está orientado a trabajos pedagógicos.

2.3. Principales Características de la Herramienta Propuesta

Las principales características básicas que debe cumplir la herramienta a desarrollar, son las siguientes:

- Crear una aplicación con base estadística, a modo de núcleo, que permita la conexión con módulos externos con el fin de ampliar nuevas funcionalidades de cualquier área de estudio.
- Poseer estándares de comunicación, transparentes para los usuarios, entre el núcleo y los módulos que se encuentren instalados.
- Permitir que la conexión de los módulos con el núcleo sea un procedimiento fácil de ser llevado a cabo por el usuario.

- Tener implementadas las funciones estadísticas básicas de Medidas de Posición, de Dispersión y de Regresión.
- Poseer un módulo de Tests que implemente las funcionalidades necesarias para el desarrollo y vaciado de los mismos con el fin de realizar un llenado de los datos de una manera eficiente y eficaz.
- Poseer un módulo de Psicometría que permita llevar a cabo las etapas de confiabilidad y análisis para así simplificar las labores en las investigaciones psicológicas.

2.4. Herramientas y Metodologías Aplicables

Para el desarrollo de este proyecto se optó por utilizar UML y RUP. Con respecto al primero, la razón de utilizarlo se debe a que es un estándar aceptado y ampliamente utilizado en proyectos de desarrollo de software. Sobre RUP, se decidió utilizarlo como proceso de desarrollo de software a seguir debido a la experiencia del equipo de desarrollo.

La razón por la que se está usando Six Sigma es para medir el nivel de mejora de la propuesta presentada sobre la optimización del proceso mediante el uso de la herramienta desarrollada. Debido a que el objetivo principal de la presente tesis no se basa en la optimización del proceso de psicometría, el seguimiento de la metodología de Six Sigma será parcial y servirá como una referencia; es decir, será utilizado como una guía al momento de optimizar el proceso y permitirá estimar, con sólidos fundamentos, la eficiencia de la mejora que se propone.

2.5. Recursos Informáticos Aplicables

Dentro de todos los posibles recursos informáticos aplicables, los que se mencionan a continuación, son los que en conjunto darán una solución al problema presentado.

2.5.1. XML

Según el World Wide Web Consortium, XML es la abreviatura para “Extensible Markup Language”. XML es un simple y muy flexible formato de texto derivado de SGML (ISO 8879). Originalmente fue diseñado para enfrentar los desafíos de las publicaciones electrónicas a larga escala; actualmente está jugando un importante rol, que sigue en crecimiento, en el intercambio de una gran variedad de data en la Internet y en donde se necesite.

2.5.2. CSV

El formato de archivo CSV (del inglés comma-separated values) es un formato de datos en el que las columnas se separan por comas y las filas por saltos de línea. Los campos que contengan una coma, un salto de línea, una comilla doble o que comiencen o terminen con un espacio en blanco, deben ser encerrados entre comillas dobles.

El formato CSV es muy sencillo y no indica un juego de caracteres concreto, ni cómo van situados los bytes, ni el formato para el salto de línea. Estos puntos deben de indicarse muchas veces al abrir el fichero.

3. Análisis

En este capítulo se presentará el análisis de la situación actual sobre el cual se fundamenta el desarrollo de la herramienta.

Como primer punto de este capítulo, se presentarán las características del entorno que se tomarán en cuenta al momento de desarrollar la herramienta. Estas características giran entorno a las aplicaciones existentes en el mercado en general y a los usuarios objetivos.

La etapa de “Planificar”, del Ciclo de Deming de Six Sigma, será aplicada en este capítulo según los “pasos para la solución de problemas”. Este será el paso inicial para luego medir que tan eficiente es la optimización del proceso.

Posteriormente, la segunda etapa del Ciclo de Deming que es el “Hacer” será desarrollada también a lo largo de este capítulo. Esto se debe a que la definición de los requerimientos son interpretados como la propuesta de las posibles contramedidas a considerar.

Finalmente, se tratarán puntos de análisis recomendados por el Unified Modeling Language (UML). Estos puntos corresponden a los casos de uso del software, diagramas de actividades y el diagrama de clases de análisis. Adicionalmente en esta sección se incluye la especificación de requisitos de software.

3.1. Características del Entorno

La necesidad de una herramienta estadística se puede dar en cualquier área de estudio. El hecho de que hayan profesionales con un software especializado para sus tareas no es común y pasa a ser significativo cuando llega a ser introducido en sus labores.

Los usuarios a los que se orienta esta aplicación son personas con diferente nivel de conocimiento. Estos niveles van desde conocimientos básicos para la funcionalidad estadística hasta personas con un nivel avanzado orientado a la psicometría.

La herramienta estará orientada a la satisfacción de los alumnos, profesores e investigadores de psicología. Por consiguiente, los usuarios principales deben tener una estrecha afinidad a la psicometría dado que los módulos a implementar están orientados a su uso.

3.2. Planificación de la Mejora del Proceso de Psicometría

En este punto se iniciará la aplicación de la metodología de Six Sigma. Para el presente capítulo, se trabajara con la etapa de “Planificación” del Ciclo de Deming la cual comprenderá la selección del problema y definición del tema, la comprensión de la situación y establecimiento del objetivo, planear las actividades y analizar las causas.

El análisis del mejoramiento se enfocará en la optimización de los procesos de psicometría únicamente dado que existe una situación actual mejorable, y es posible su medición.

3.2.1. Selección del Problema y Definición del Tema

En el capítulo anterior, se presentó la situación actual del problema de los usuarios de psicometría por lo que se procederá a delimitar la selección del problema. Para este tema de tesis, se establecerá como objetivo el mejoramiento de la etapa de análisis y confiabilidad del proceso de psicometría; la etapa de normas y baremos, junto con la elaboración y corrección de tests, será desarrollada en otro trabajo de tesis. La Figura 3-4 muestra el macroproceso de psicometría junto con los subprocesos que lo componen.

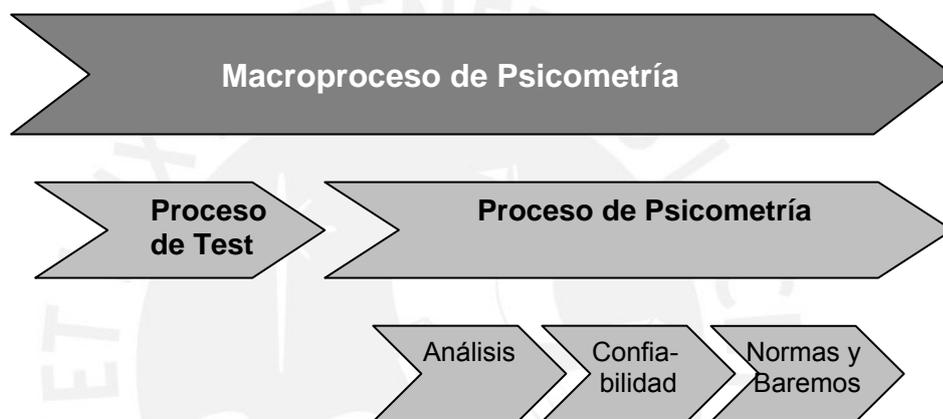


Figura 3-4: Macroproceso de Psicometría

Cabe anotar que los procedimientos de confiabilidad y análisis guardan una estrecha relación, mientras que los de normas y baremos pueden ser realizadas como un proceso adicional.

Con respecto a cada procedimiento a ser tratado en el presente documento, se detalla a continuación los diagramas de flujo de los procesos que son realizados actualmente por los usuarios. Los diagramas de flujo que se presentan equivalen al modelamiento del negocio de RUP.

A continuación, la Figura 3-5 presenta el diagrama de flujo del proceso de análisis factorial por componentes:

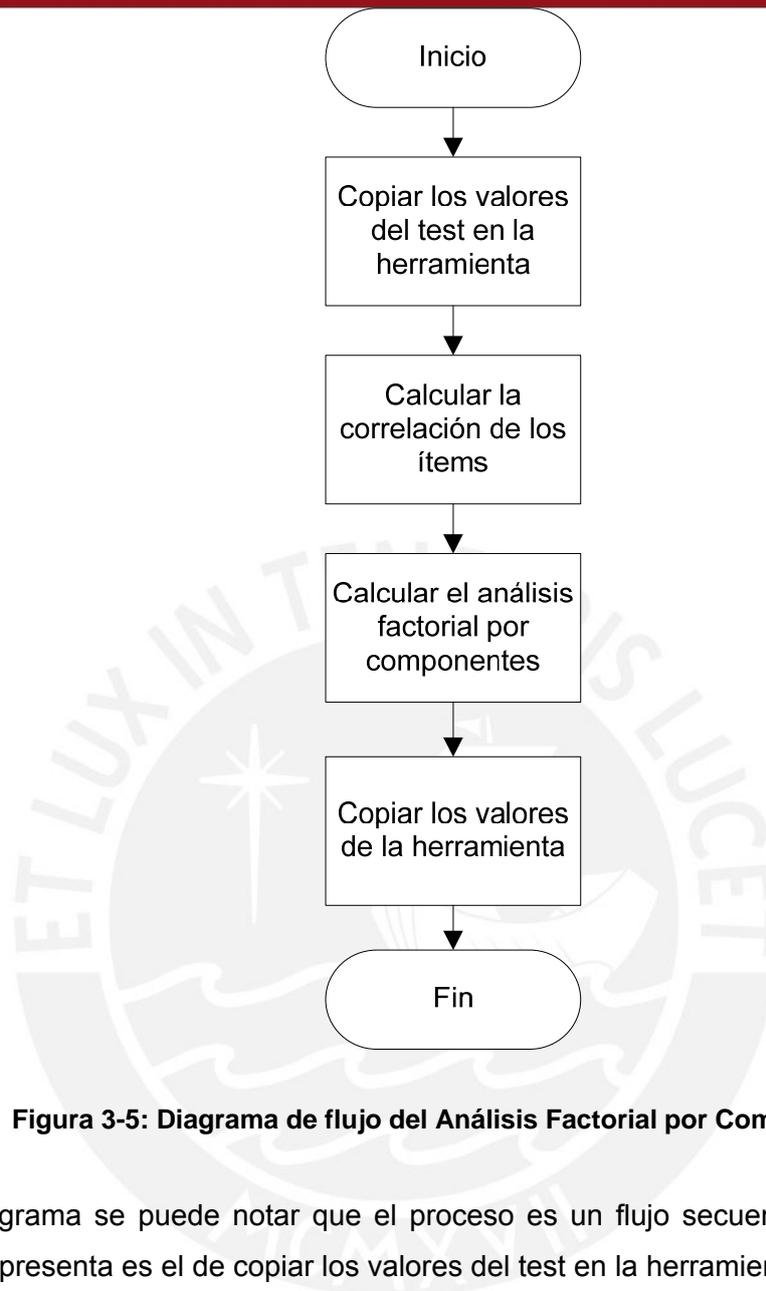


Figura 3-5: Diagrama de flujo del Análisis Factorial por Componentes

Del diagrama se puede notar que el proceso es un flujo secuencial. El problema que se presenta es el de copiar los valores del test en la herramienta.

A continuación, la Figura 3-6 presenta el diagrama de flujo del proceso de confiabilidad que se lleva a cabo actualmente:

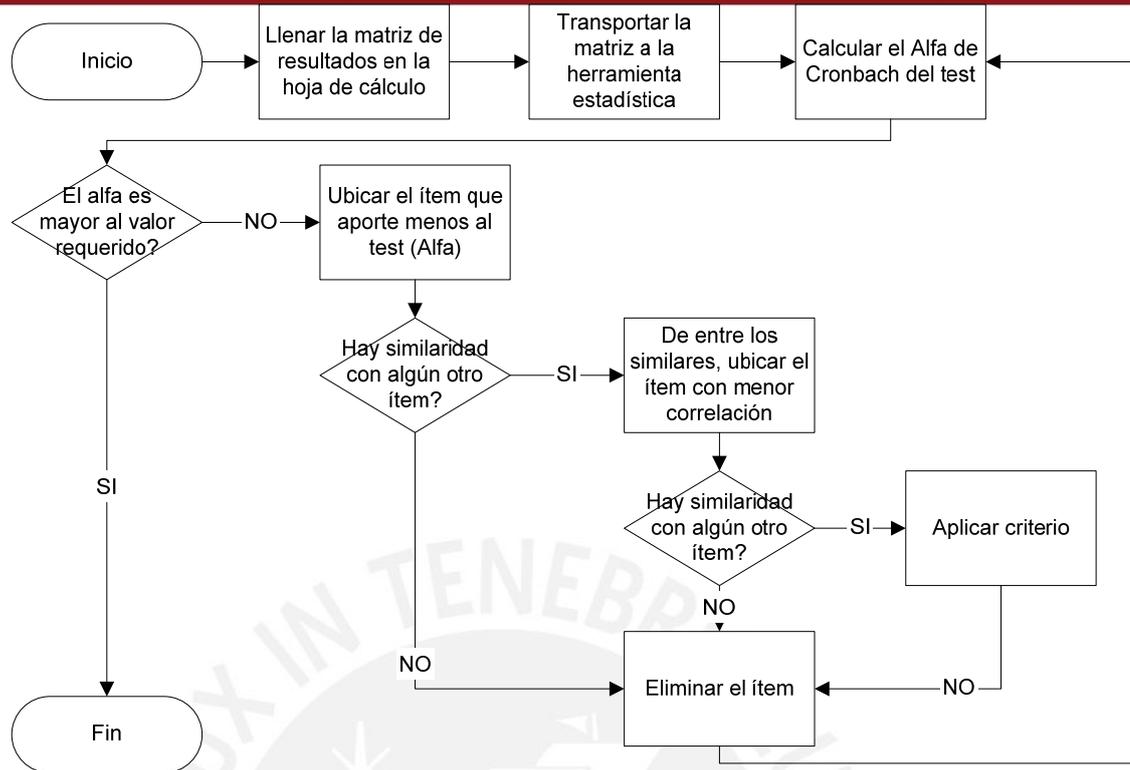


Figura 3-6: Diagrama de flujo de Confabilidad

Del diagrama de flujo presentado, se puede observar que el ciclo repetitivo (no automatizado) y la necesidad de tener que tomar decisiones continuamente hacen que este proceso tenga tendencia a errores, más aun si la persona no cuenta con mucha experiencia en el proceso.

Posteriormente, en el presente capítulo, se apreciará la mejora al contrastar los diagramas presentados con los diagramas de actividades de la Herramienta.

3.2.2. Comprensión de la Situación y Establecimiento del Objetivo

Con la comprensión de la situación actual del problema es necesario establecer los indicadores adecuados para medir la efectividad de las contramedidas u oportunidades de mejora.

Al momento de realizar el análisis factorial por componentes, es necesario formatear previamente los datos de forma que el software estadístico utilizado

genere el resultado de este análisis; este reporte consiste en la presentación de los factores con sus ítems respectivos agrupados. Por tal motivo, el indicador para esta etapa sería la cantidad de ítems con respecto al tiempo que el usuario consume para hacer esta tarea previa. Al respecto, la cantidad de ítems que se trabajan en un test no está siendo considerada como indicador dado que es de comprender que a mayor cantidad de ítems mayor tiempo tomará la tarea. Además, su comportamiento predictivo lo hace un indicador menos significativo en comparación con los que serán definidos.

Con respecto a la etapa de confiabilidad, el proceso de ubicación y eliminación del ítem que no aporta significativamente al test es manual. En ese sentido, se identifican dos indicadores: el tiempo que demora realizar la búsqueda y descarte de un ítem, y la cantidad de eliminaciones incorrectas de un ítem por concepto de un mal proceso de búsqueda (propio de los procedimientos mecánicos). Para este caso, fue necesario implementar una prueba con el fin de obtener una muestra de valores de los indicadores establecidos. Los resultados de la misma se pueden encontrar en el anexo G.

Primero se mostrará el tiempo que los sujetos demoran en descartar diez ítems en una simulación de prueba estándar de setenta ítems. El resultado de esta toma de tiempos se muestra en la Figura 3-7.

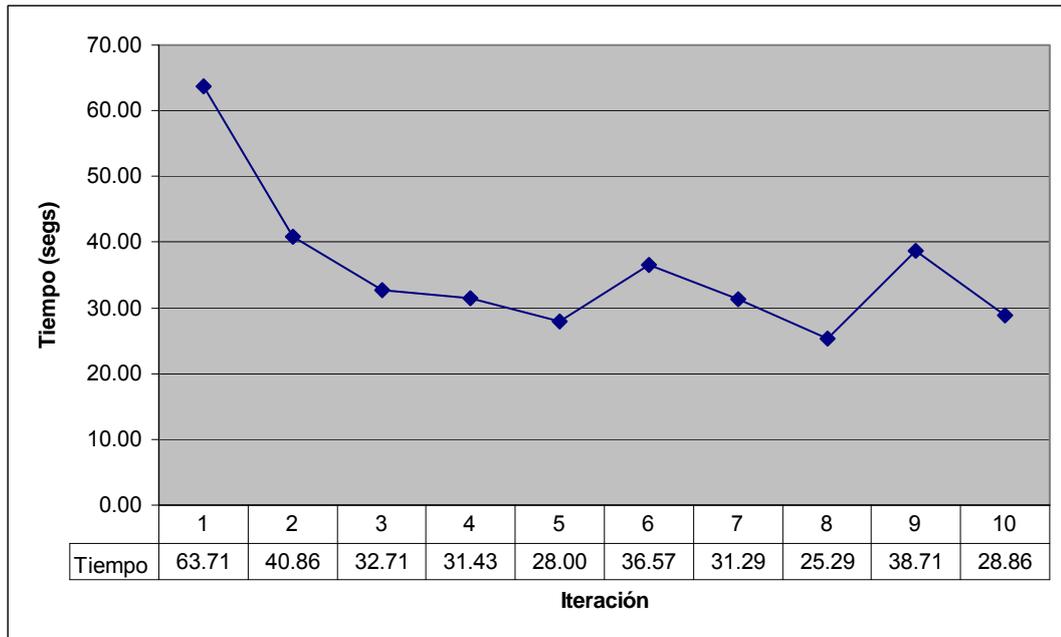


Figura 3-7: Diagrama de Tendencias – Demora para descartar un ítem por iteración

Del gráfico se puede notar que los primeros ciclos son lentos y luego puede apreciarse un comportamiento un poco más estable y parejo en el proceso. Ese tiempo posterior no llega a reducirse en gran medida por lo que estaríamos identificando una actividad de gran consumo de tiempo que, como lo veremos a continuación, tiene una tasa considerable de errores.

Respecto a la cantidad de eliminaciones incorrectas se han identificado dos casos: el primero es el error por no eliminar el ítem que realmente debió ser eliminado y el otro es la capacidad de rectificar la eliminación de los ítems tardíamente en las siguientes iteraciones. Por ejemplo, si deben eliminarse los ítems 7, 4, 1 y 3 (en ese orden), y el usuario los eliminó como 7, 1, 5 y 3, quiere decir que eliminó correctamente a 2 ítems (el 7 y el 3) y que acertó 3 tardíamente (el 7, 1 y 3). La representación gráfica de la tendencia se puede apreciar en la Figura 3-8.

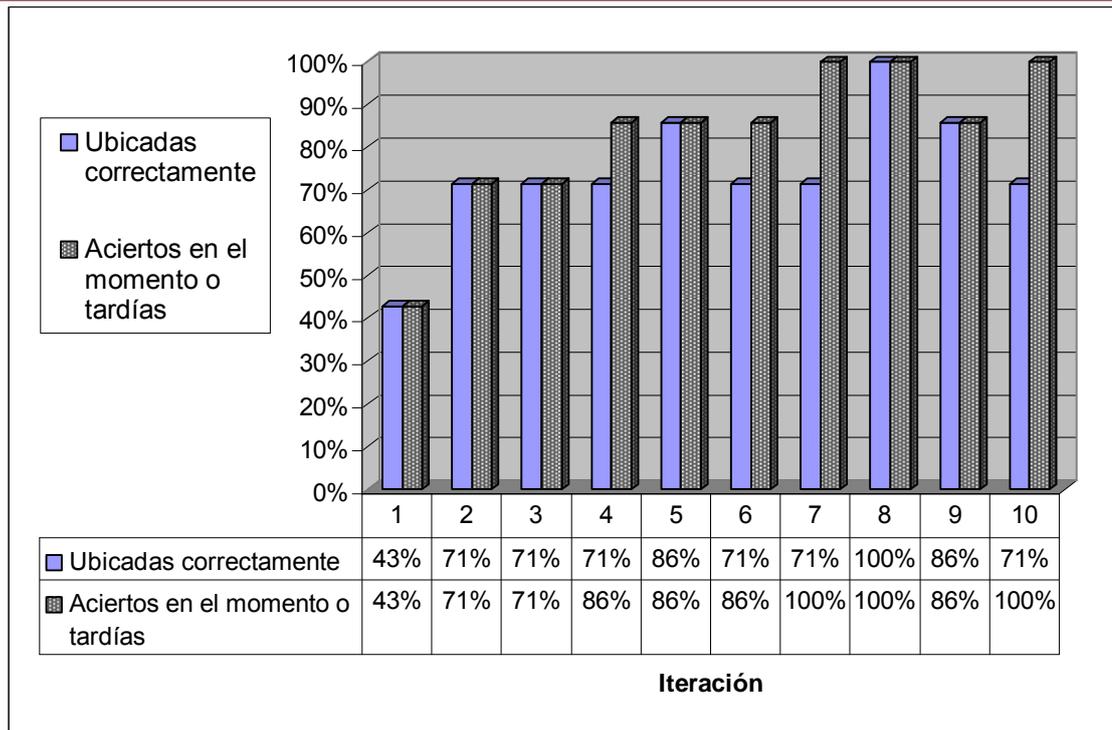


Figura 3-8: Diagrama de Tendencias – Capacidad de ubicación y rectificación de los ítems (por iteración) por parte de los usuarios

Como se puede notar, en los resultados de esta pequeña muestra, el promedio de la capacidad de acertar los ítems es alta (82.86%) a pesar del error de no ubicar el ítem correcto a eliminar en la debida iteración (74.29%). Sin embargo, se puede notar que la capacidad de ubicar los ítems correctos de una prueba es relativamente baja ya que tiene una precisión de casi 75% y que, posiblemente, puede llegar a un 83%.

Al igual que en el análisis factorial por componentes, el indicador de cantidad de ítems no se está considerando por los motivos expuestos.

3.2.3. Planear las Actividades

El planeamiento de las actividades, según la metodología de Six Sigma, corresponde al establecimiento de las acciones a seguir para el mejoramiento del proceso de psicometría. Este plan corresponde únicamente a la mejora de los procedimientos de confiabilidad y análisis.

De acuerdo a los pasos para la solución de problemas, el plan de acción a considerar utilizará el EDT (Estructura de Descomposición de Trabajo o WBS, por sus siglas en inglés) dado que es posible generar las actividades del diagrama de Gantt a partir del mismo. La Figura 3-9 muestra el EDT que se obtuvo para el presente proyecto.

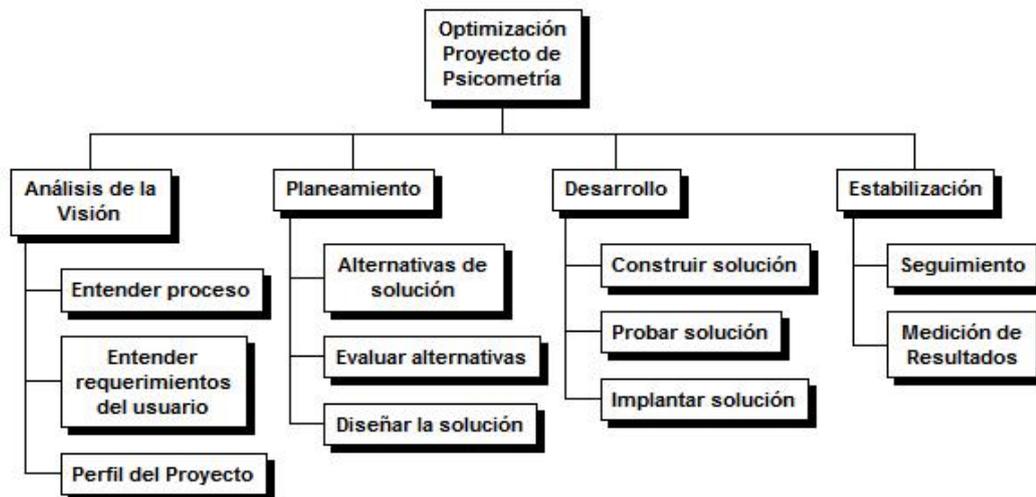


Figura 3-9: EDT – Estructura de Descomposición de Trabajo

Cabe señalar que, conforme ya se indicó anteriormente sobre el objetivo del uso de Six Sigma, este EDT sería una guía referencial sobre los pasos para llevar a cabo la optimización del proceso de psicometría.

3.2.4. Analizar las Causas

En este punto se explicará el origen de los inconvenientes de la parte del proceso de psicometría que se va a tratar. En base a este paso se podrá orientar los requerimientos que debe cumplir la herramienta directamente para dar una solución al problema.

Para el proceso de análisis factorial por componentes, las causas para éste serían las mostradas en la Figura 3-10.

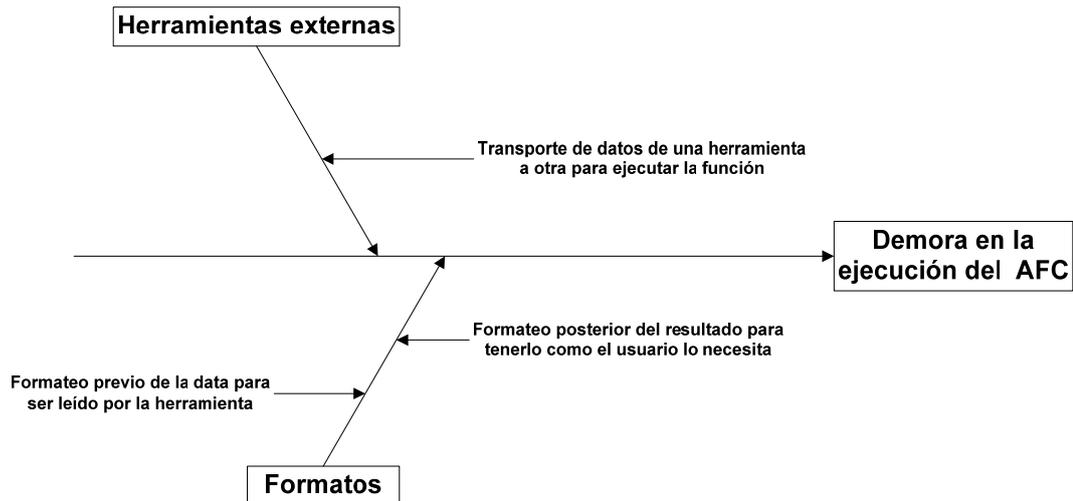


Figura 3-10: Diagrama causa-efecto del proceso de análisis factorial por componentes

A continuación la Figura 3-11 presenta el diagrama causa-efecto (o espina de pescado) para el proceso de confiabilidad.

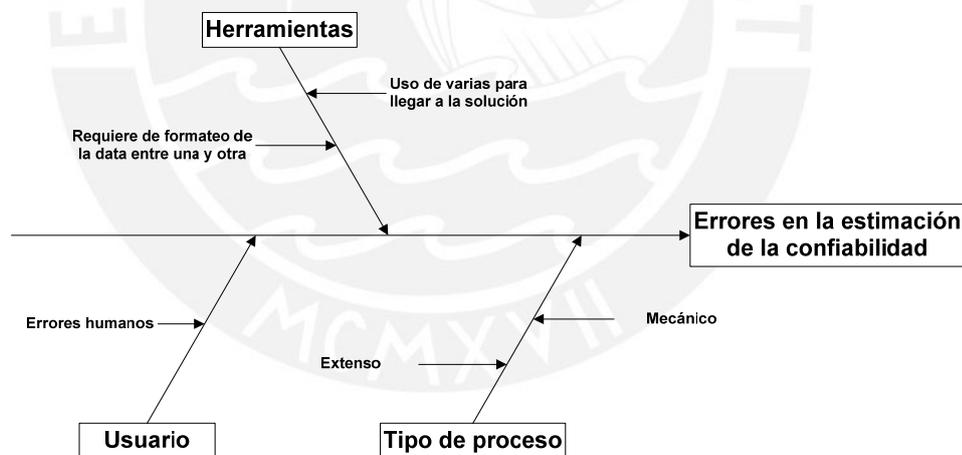


Figura 3-11: Diagrama causa-efecto del proceso de confiabilidad

3.3. Definición de los Requerimientos

A continuación se presentan los requerimientos que debe cumplir la herramienta (la lista completa de los requerimientos se puede encontrar en el anexo A). Cabe

señalar que el módulo a implementar ha sido asesorado por la Especialidad de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

3.3.1. Núcleo

StadCore será una herramienta que brindará funciones estadísticas básicas y que permitirá la adición de módulos orientados a diversas áreas (que utilicen las funciones de la herramienta y/o de otros módulos presentes) para ampliar así su funcionalidad. Estos módulos podrán estar almacenados en la misma computadora donde se encuentra instalada la herramienta o podrán ser accedidos desde otra computadora en otro lugar.

La herramienta será desarrollada en el lenguaje de programación Java lo cual permitirá que ésta trabaje en diferentes sistemas operativos (Microsoft Windows, Linux, etc.)

La interfaz de la herramienta será similar a la de una hoja de cálculo electrónica, con un menú despegable que permitirá usar todas las funciones básicas. También incluirá una barra de fórmulas para permitir calcular el valor de una celda en función al de otras celdas. Los datos numéricos presentes en la hoja de cálculo se podrán guardar en un formato compatible con diversas hojas de cálculo electrónicas: Comma Separated Values (CSV).

Adicionalmente, de manera similar a las demás hojas de cálculo electrónicas, la herramienta tendrá la capacidad de trabajar con Macros. Estas Macros serán desarrolladas y ejecutadas por el usuario, mediante un intérprete propio de StadCore. Mediante esta funcionalidad el usuario podrá automatizar un proceso personalizado e incluso crear nuevas funciones matemáticas. Las Macros permitirán seguir un flujo distinto de comandos de acuerdo a condiciones, lo que permitirá crear secuencias de comandos que operen distinto de acuerdo a los valores contenidos en la hoja de cálculo.

La herramienta implementará funciones estadísticas de medidas de posición tales como la mediana de datos tabulados y no tabulados, moda, media aritmética de datos tabulados y no tabulados, media geométrica y media armónica; asimismo,

podrá realizar cálculos de medidas de dispersión como rango, rango intercuartil y semiintercuartil, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación, índice de asimetría y curtosis; y cálculos de regresión lineal tales como covarianza, coeficiente de correlación y regresión lineal simple. La herramienta permitirá también añadir otros cálculos de cualquier tipo mediante el desarrollo de los mismos y la configuración del estándar de comunicación respectivo para su funcionamiento.

3.3.2. Módulo de Psicometría

El módulo de Psicometría permitirá ampliar la funcionalidad de la herramienta StadCore aplicando las funciones estadísticas al análisis psicométrico. Este módulo permitirá realizar los procesos de análisis factorial por componentes y de confiabilidad sobre los resultados de una prueba psicológica.

Los procesos de análisis factorial por componentes y de confiabilidad se podrán ejecutar en lote (el usuario preconfigura lo que desea realizar y la herramienta devuelve las salidas). Estos procedimientos también podrán ser ejecutados paso a paso (mostrándose los resultados en cada iteración) de modo que el usuario tenga conocimiento sobre lo que se está haciendo; esta funcionalidad es muy útil y está orientada al uso pedagógico. Los resultados obtenidos se podrán visualizar de una forma integrada para facilitar su lectura e interpretación.

Los datos sobre los cuales se realizarán los análisis indicados serán cargados de la hoja de datos que posee el núcleo y aceptará el formato estándar con el que los usuarios trabajan a fin de guardar una familiaridad. Esta región de la hoja de datos consiste en una hoja o matriz de puntajes en el que se detallan los resultados de cada ítem por cada sujeto.

Cabe señalar que los resultados obtenidos de los análisis y de las diversas modificaciones hechas por el usuario podrán ser grabados en un archivo para su posterior recuperación.

a) Análisis Factorial

En el análisis factorial, se podrán hallar los factores dentro de los resultados de un test mediante el Análisis Factorial por Componentes Principales. Además, esta funcionalidad permitirá al usuario reasignar los factores hallados para cada ítem.

El análisis factorial estará integrado con la funcionalidad de confiabilidad con el fin de entregar el input necesario para este último. El alcance del análisis de confiabilidad se detallará a continuación.

b) Análisis de Confiabilidad

Dentro del análisis de confiabilidad, se podrá calcular el coeficiente de confiabilidad de una prueba. Se podrá analizar la consistencia interna de una prueba mediante el cálculo del alfa de Cronbach para tests politómicos o mediante la fórmula KR20 de Kuder-Richardson para tests dicotómicos.

Esta funcionalidad estará integrada con el análisis factorial para así poder trabajar con la correlación ítem-área (un ítem con respecto a un área o factor) e ítem-test (un ítem con respecto al test).

3.4. Casos de Uso

En esta parte se presentarán los actores que trabajarán con la herramienta así como también las especificaciones de los casos de uso de la misma. Los casos de uso serán presentados a nivel del núcleo y por módulo.

3.4.1. Especificación de los Actores

Los actores que interactúan con la herramienta se muestran en la Figura 3-12.

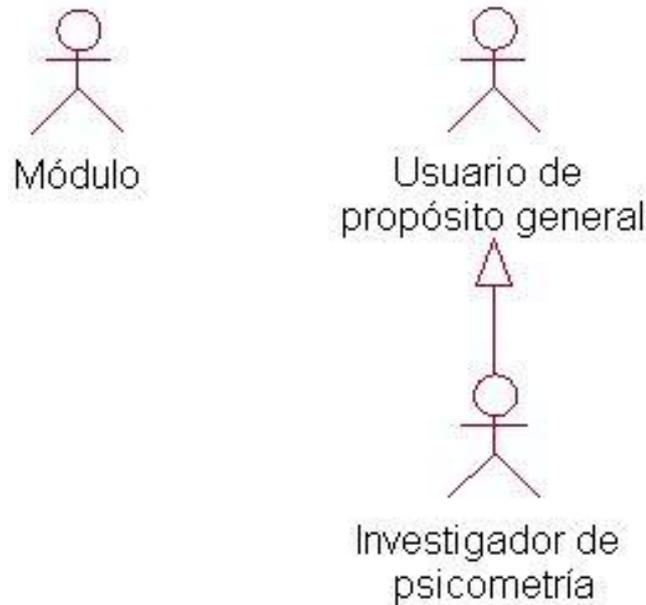


Figura 3-12: Actores de la herramienta

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

a) Usuario de Propósito General

Representa a la persona que usa la herramienta para hacer cálculos simples y de apoyo. Este usuario vendría a ser la generalización de los usuarios que trabajen con algún módulo específico tal como el investigador de psicometría.

El Investigador de Psicometría, actor que hereda del Usuario de Propósito General, representa a la persona que usa la herramienta como una orientada a la psicometría. Por lo tanto, se consideran como investigadores a los analistas, docentes y alumnos de psicometría.

b) 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.

3.5. Especificación de los Casos de Uso

A continuación se presentan los diagramas de casos de uso. La Figura 3-13 muestra el diagrama que corresponde al núcleo.

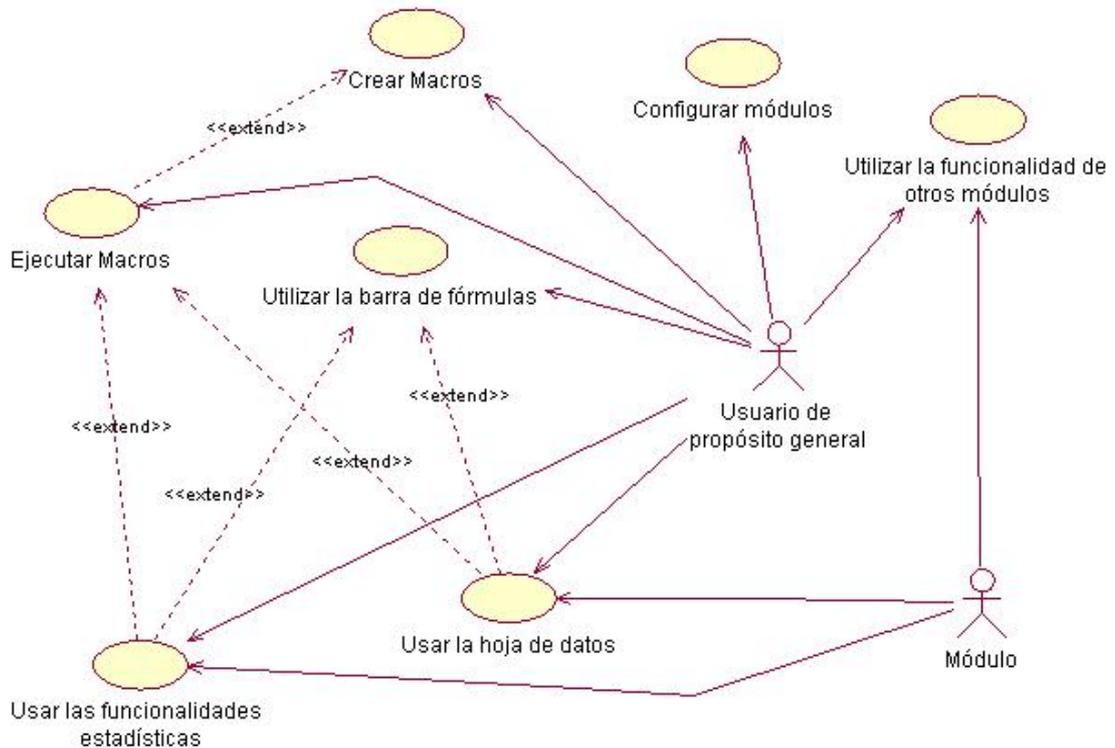


Figura 3-13: Diagrama de Casos de Uso del Núcleo

Una breve descripción del objetivo de cada uno de ellos se detalla a continuación:

- UC_NUC_01 - Usar la hoja de datos: El propósito de este caso de uso es manejar las diversas maneras de llenar la hoja de datos.
- UC_NUC_02 - Usar las funcionalidades estadísticas: El propósito de este caso de uso es usar las funciones estadísticas implementadas en el núcleo.
- UC_NUC_03 - Configurar módulos: El propósito de este caso de uso es el de establecer la ruta y activar (o desactivar) los diferentes módulos disponibles para la herramienta.

- UC_NUC_04 - Utilizar la funcionalidad de otros módulos: El propósito de este caso de uso es establecer la conexión con un módulo para así permitir que un usuario u otro módulo acceda a las funcionalidades del mismo.
- UC_NUC_05 - Utilizar la barra de fórmula: El propósito de este caso de uso es el poder calcular un valor para una fórmula ingresada por el usuario de propósito general.
- UC_NUC_06 - Crear macros: El propósito de este caso de uso es el de permitir la creación y almacenamiento de las macros.
- UC_NUC_07 - Ejecutar macros: El propósito de este caso de uso es el de ejecutar las macros en la herramienta.

El diagrama mostrado en la Figura 3-14 corresponde a los casos de uso del módulo de psicometría.

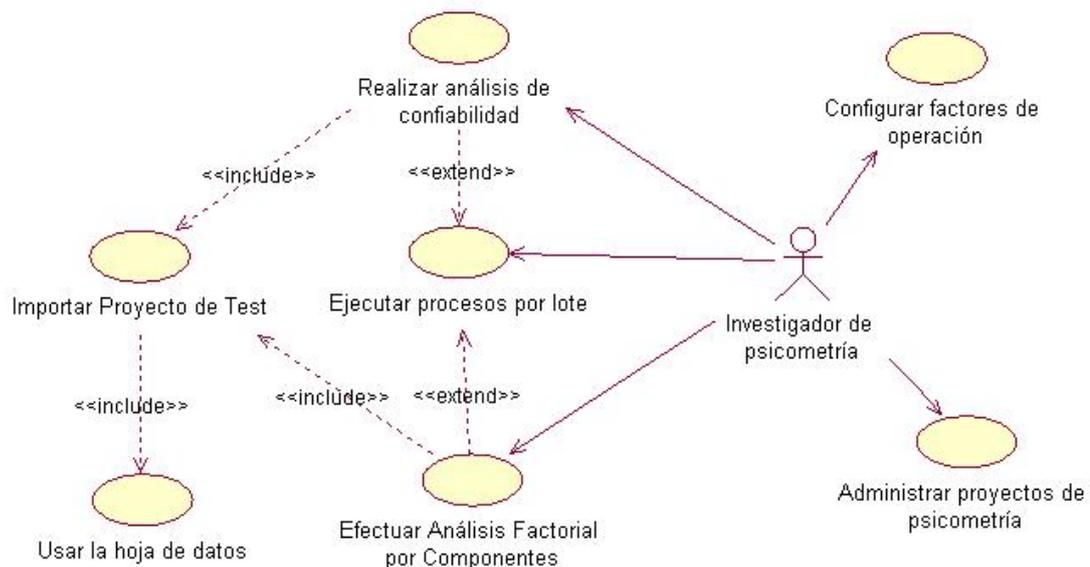


Figura 3-14: Diagrama de Casos de Uso del Módulo de Psicometría

Una breve descripción del objetivo de cada uno de ellos se detalla a continuación:

- UC_MOD_01 - Administrar proyectos de psicometría: El propósito de este caso de uso es el de permitir el manejo de los archivos que componen un proyecto del módulo de psicometría: creación y carga.

- UC_MOD_02 - Ejecutar procesos por lote: El propósito de este caso de uso es el de efectuar los procedimientos de Confiabilidad y Validez por lotes; es decir, correrlo paso a paso o directamente.
- UC_MOD_03 - Realizar análisis de confiabilidad: El propósito de este caso de uso es el de realizar los procesos de discriminación de los ítems con el fin de encontrar el nivel de confiabilidad de la prueba.
- UC_MOD_04 - Efectuar análisis factorial por componentes: El propósito de este caso de uso es el de efectuar el procedimiento del Análisis Factorial por Componentes.
- UC_MOD_05 - 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.
- UC_MOD_06 - Configurar factores de operación: El propósito de este caso de uso es el de configurar el valor de los factores constantes que se emplearán en los cálculos que realiza el módulo.

Los diagramas han sido elaborados utilizando la notación propuesta por UML y, con el objetivo de ilustrar las especificaciones de los casos de uso, se han incluido los diagramas de actividades respectivos (procesos principales de la herramienta). Las especificaciones que a continuación se presentan son solo las principales; las demás que han sido mencionadas se encuentran en el anexo B.

3.5.1. Especificación de los Casos de Uso del Núcleo

Los Casos de Uso que han sido definidos para el núcleo son los que se especifican a continuación:

a) Configurar Módulos

Este proceso se encarga de la configuración de los módulos que proveerán mayor funcionalidad al núcleo. La configuración corresponde a la agregación y eliminación de los módulos y al cambio de su estado para que puedan ser utilizados por los

usuarios. La Figura 3-15 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID:	UC_NUC_03
Caso de Uso:	Configurar módulos.
Actores:	Usuario de propósito general.
Propósito:	Establecer la ruta del módulo y su estado.
Precondición:	Se tiene a la herramienta en ejecución.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso inicia cuando el actor entra a la opción de configuración para los módulos.
2. El actor selecciona la opción “agregar” y elige la ruta en donde se encuentra el módulo.
3. La herramienta agrega, dentro de los módulos disponibles, al nuevo módulo del actor.
4. El actor selecciona la opción “configurar” y cambia el estado del módulo a “activo”.
5. La herramienta agrega, dentro de la barra de menú, las opciones del nuevo módulo y el caso de uso finaliza.

Flujo Alternativo 1: El actor desactiva el módulo

1. El flujo alternativo del caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción de configuración para los módulos.
2. El actor selecciona el módulo y selecciona la opción “configurar” y cambia el estado del módulo a “inactivo”.
3. La herramienta retira, dentro de la barra de menú, las opciones del módulo y el caso de uso finaliza.

Flujo Alternativo 2: El actor elimina el módulo

1. El flujo alternativo se inicia cuando el actor selecciona la opción de configuración para los módulos.
2. El actor selecciona el módulo y selecciona la opción “eliminar”.
3. La herramienta desactiva y retira, de la barra de menú y dentro de los módulos disponibles, al módulo y el caso de uso termina.

Postcondición

El estado de los módulos se encuentra actualizado.

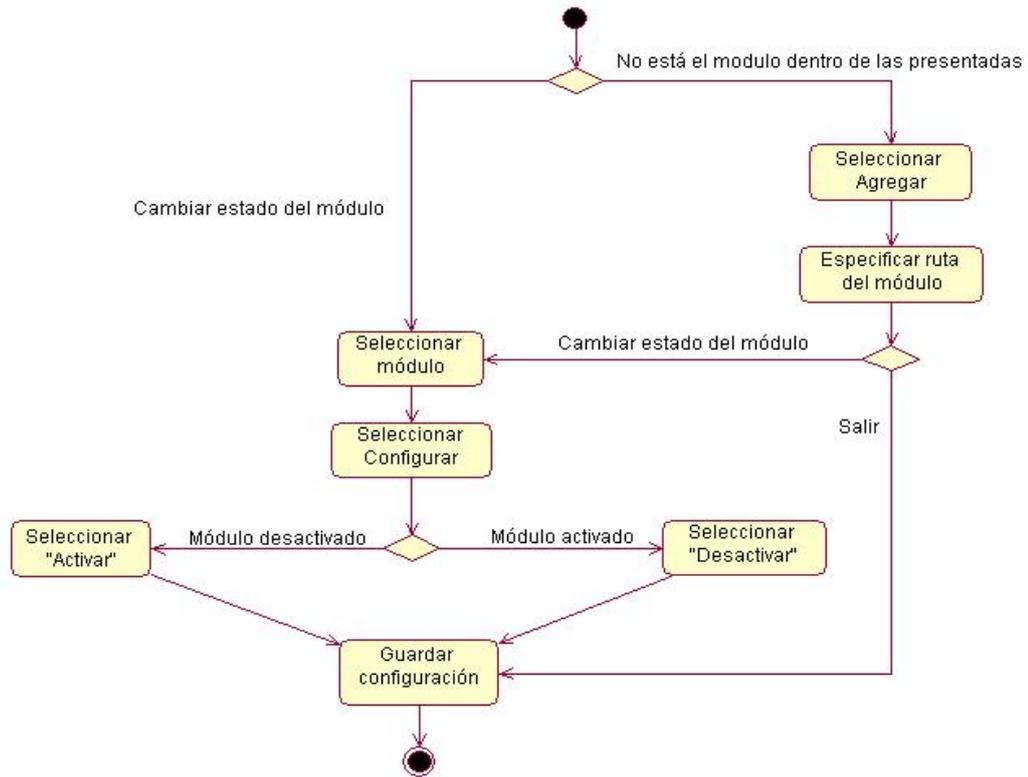


Figura 3-15: Diagrama de Actividades – Configurar módulos

b) Utilizar las Funcionalidades de Otros Módulos

Este proceso se encarga de establecer la conexión entre el núcleo y un módulo con el fin de ejecutar alguna funcionalidad de este último. La Figura 3-16 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID: UC_NUC_04
Caso de Uso: Utilizar la funcionalidad de otros módulos.
Actores: Usuario de propósito general y módulo.
Propósito: Utilizar las funcionalidades disponibles en algún módulo.
Precondición: El módulo al cual se va a solicitar la funcionalidad se encuentra activo.

FLUJOS
 Flujo Principal

1. El caso de uso inicia cuando el actor solicita la ejecución de alguna función (pasando los parámetros necesarios) u opción de algún módulo por medio de la barra de menú.
2. La herramienta identifica la función u opción del módulo a ser ejecutada.
3. La herramienta ejecuta la función u opción del módulo, devolviendo un valor o levantando una ventana. De este modo, el caso de uso termina.

Postcondición
 La funcionalidad del módulo se ejecutó.

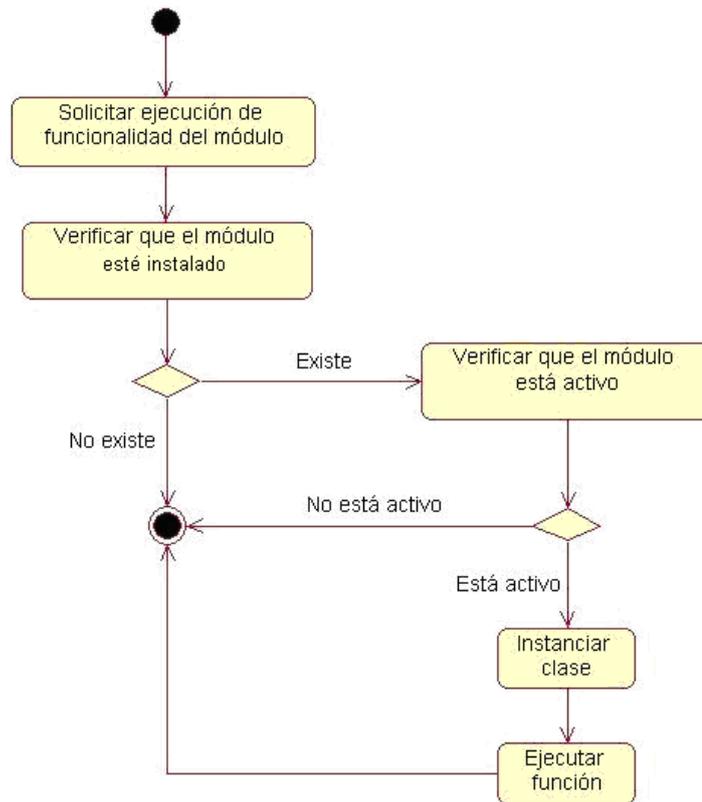


Figura 3-16: Diagrama de Actividades – Utilizar las funcionalidades de otros módulos

c) Utilizar la Barra de Fórmula

Este proceso se encarga de interpretar una operación matemática y ejecutarla, permitiendo obtener un resultado. La Figura 3-17 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID:	UC_NUC_05
Caso de Uso:	Utilizar barra de fórmula.
Actores:	Usuario de propósito general.
Propósito:	Calcular un valor en función a los valores de las demás celdas o valores numéricos ingresados por el actor.
Precondición:	Se tiene a la herramienta en ejecución.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso inicia cuando el actor ingresa el carácter “=” en una celda.
2. El actor ingresa una operación aritmética, combinando operaciones básicas (+, -, /, *) y funciones disponibles en la herramienta. Los parámetros utilizados son valores numéricos.
3. La herramienta verifica la operación ingresada mediante un análisis sintáctico y semántico.
4. La herramienta procede a ejecutar las operaciones de mayor a menor prioridad y muestra el resultado. El caso de uso termina.

Flujo Alternativo 1:

1. El flujo alternativo se inicia cuando el usuario utiliza en el listado de valores, referencias a celdas unitarias o a un conjunto de celdas.
2. La herramienta reemplaza las referencias por los valores contenidos en la hoja de trabajo.
3. Una vez reemplazadas las referencias se regresa al paso 3 del flujo principal y el flujo alternativo termina.

Postcondición

La celda en la que se ingresó la función, tiene calculado un valor numérico.

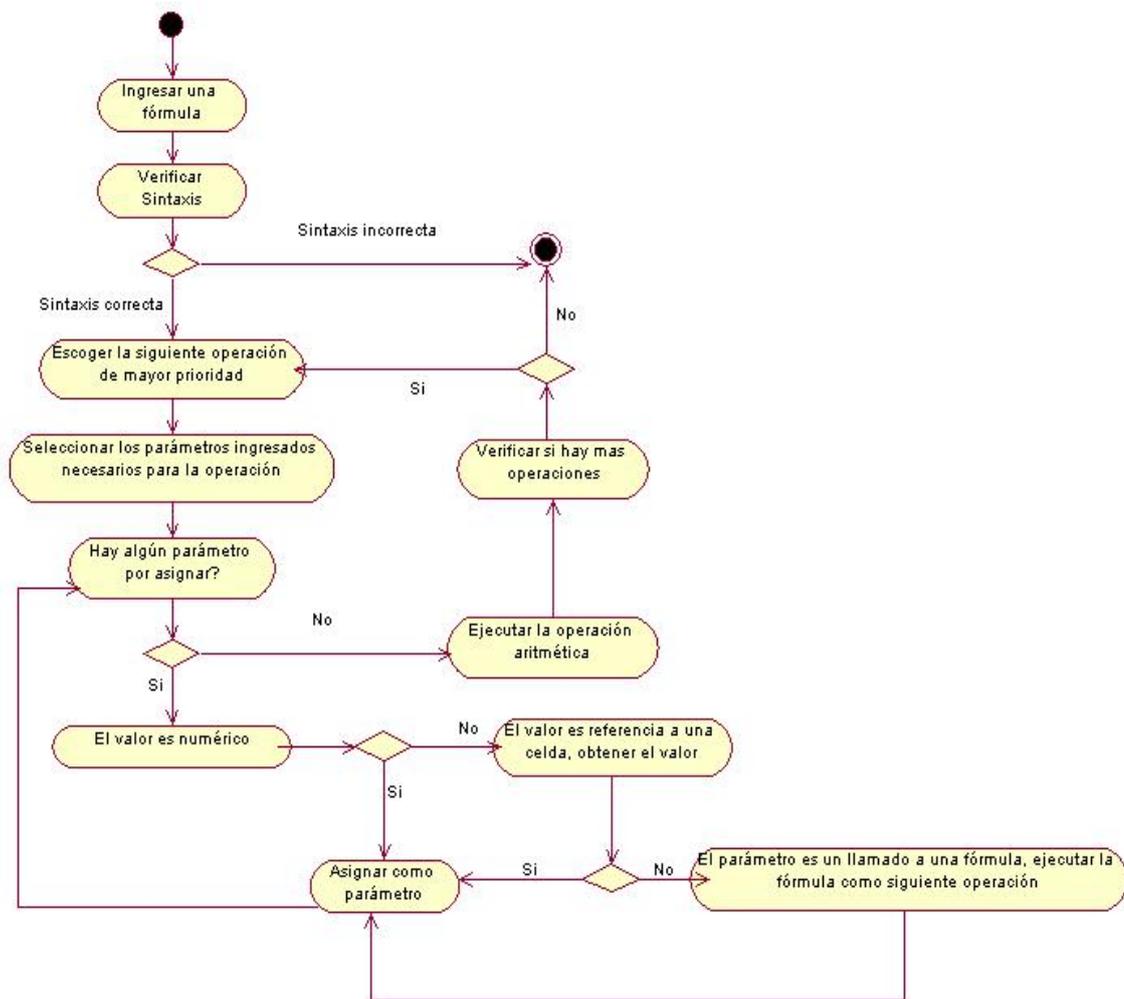


Figura 3-17: Diagrama de Actividades – Utilizar la barra de fórmulas

d) Crear Macros

Este proceso se encarga de validar y aceptar o denegar una secuencia de comandos. La Figura 3-18 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID: UC_NUC_06
Caso de Uso: Crear Macros.
Actores: Usuario de propósito general.
Propósito: Crear y almacenar una macro para su posterior ejecución.
Precondición: Se tiene a la herramienta en ejecución.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso inicia cuando el actor selecciona la opción de ‘crear una macro’.
2. El actor ingresa una secuencia de comandos reconocidos por la herramienta: declaración de variables, funciones, llamado a la hoja de datos, operaciones aritméticas, manejadores de flujo: ‘mientras que’, ‘para’, ‘repetir’, ‘si es que’, ‘de no ser que’.
3. La herramienta verifica los comandos ingresados, analizándolos sintáctica y semánticamente.
4. El actor selecciona guardar como la secuencia de comandos como ‘Macro pública’.
5. La herramienta almacena los comandos en un archivo común para la herramienta a fin de usarlo posteriormente en cualquier nuevo proyecto que sea creado por el usuario. El caso de uso termina.

Flujo Alternativo 1:

1. El flujo alternativo se inicia luego del paso 3 cuando el usuario selecciona guardar la secuencia de comandos como ‘Macro privada’.
2. La herramienta almacena los comandos en el archivo de trabajo actual del usuario. El caso de uso termina.

Postcondición

La macro ha sido creada y se encuentra almacenada.

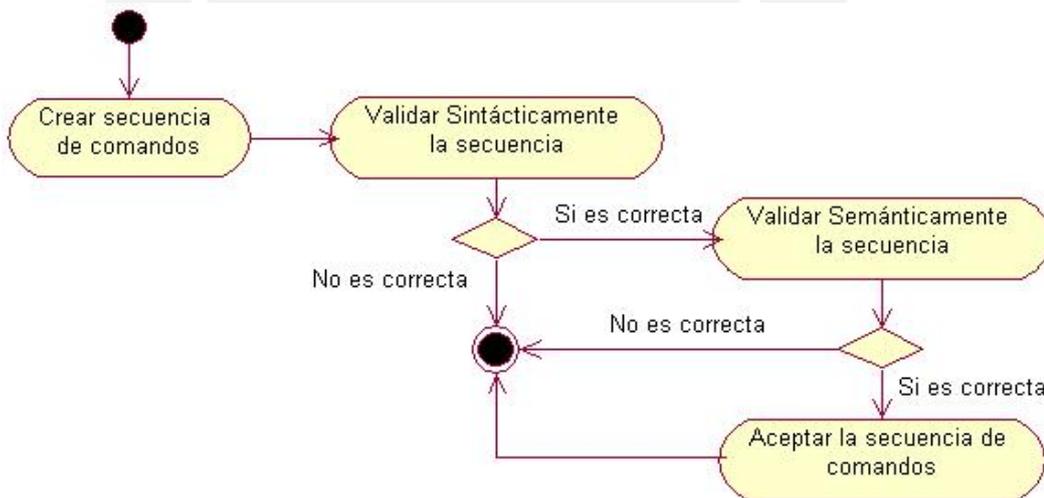


Figura 3-18: Diagrama de Actividades – Crear Macros

e) Ejecutar Macros

Este proceso se encarga de ejecutar cada comando de una secuencia, interactuando con las funciones provistas por el núcleo. La Figura 3-19 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID: UC_NUC_07

Caso de Uso: Ejecutar macros.

Actores: Usuario de propósito general.

Propósito: Ejecutar una macro para así efectuar algún tipo de procedimiento o función implementada.

Precondición: Se tiene creada alguna macro.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso inicia cuando el actor selecciona 'ejecutar macros' mientras se encuentra editando una macro.
2. La herramienta interpretará y ejecutará cada sentencia de forma correlativa, modificando los valores en la hoja de datos según la sentencia utilizada.
3. Si la herramienta encuentra algún problema durante la ejecución, mostrará un mensaje indicando el motivo de la falla. El caso de uso termina.

Flujo Alternativo 1:

1. El flujo alternativo se inicia cuando el actor selecciona 'ejecutar macros' mientras se encuentra editando la hoja de datos.
2. La herramienta mostrará el listado de macros accesibles por la hoja de datos. Estas serán las macros almacenadas de manera pública y las contenidas por el proyecto de trabajo actual.
3. El actor selecciona la macro a ejecutar del listado mostrado.
4. Se regresa al paso número 2 del flujo principal. El flujo alternativo termina.

Postcondición

La macro ha sido ejecutada llevándose a cabo los pasos especificados en la misma.

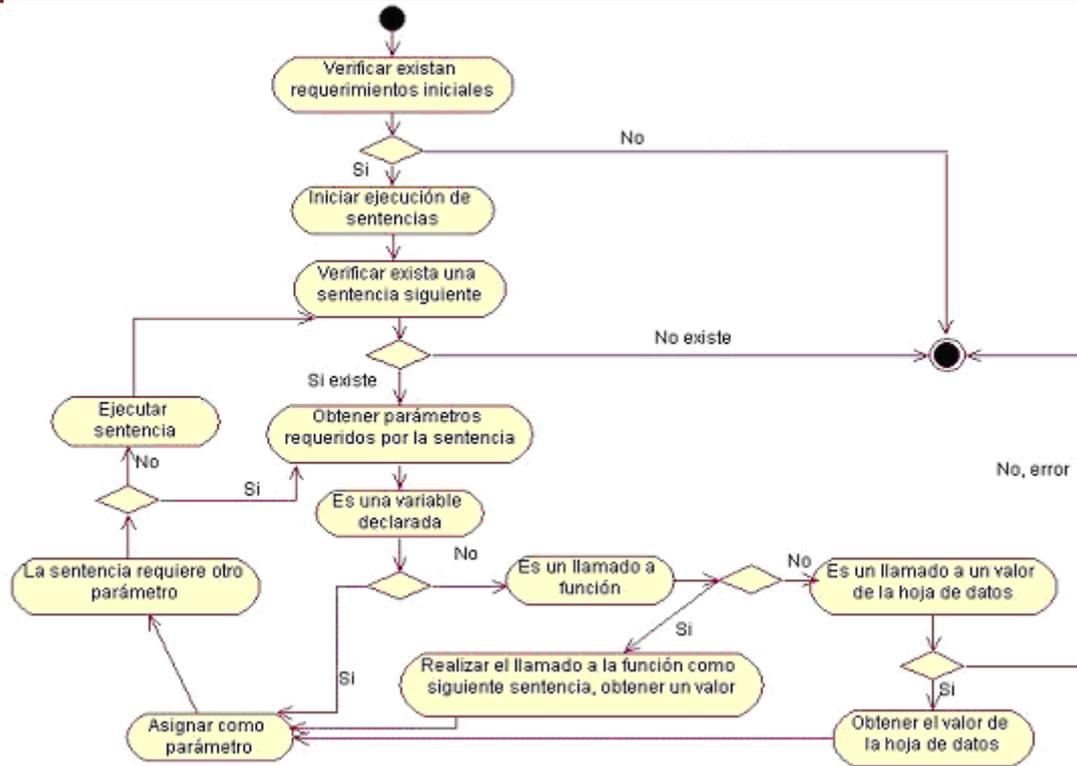


Figura 3-19: Diagrama de Actividades – Ejecutar Macros

3.5.2. Especificación de los Casos de Uso del Módulo de Psicometría

Los Casos de Uso propios del módulo de psicometría son los que se especifican a continuación:

a) Ejecutar Procesos por Lote

Este proceso se encarga de llevar a cabo la ejecución de los procesos por lote. De este modo, se pueden ejecutar los procesos de psicometría tal como los usuarios lo prefieran, en serie (obteniendo resultados de una manera rápida) o pausada (orientada a usos pedagógicos). La Figura 3-20 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID:	UC_MOD_02
Caso de Uso:	Ejecutar procesos por lote.
Actores:	Investigador.
Propósito:	Configurar el modo de ejecución de las etapas del proceso de psicometría.
Precondición:	Se tiene el módulo de psicometría en estado “activo” y un proyecto

de psicometría abierto o un archivo de resultados de test cargado en la hoja de datos.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso inicia cuando el investigador selecciona la opción de “ejecutar procedimientos por lote” dentro del menú de psicometría”.
2. El investigador configura las variables y la forma en que los pasos se van a ejecutar.
3. La herramienta considera los parámetros y carga la pantalla del primer paso, especificado por el usuario, ejecutando la primera función y las siguientes.

Postcondición

El proceso de psicometría se inicia de acuerdo a la configuración del usuario.

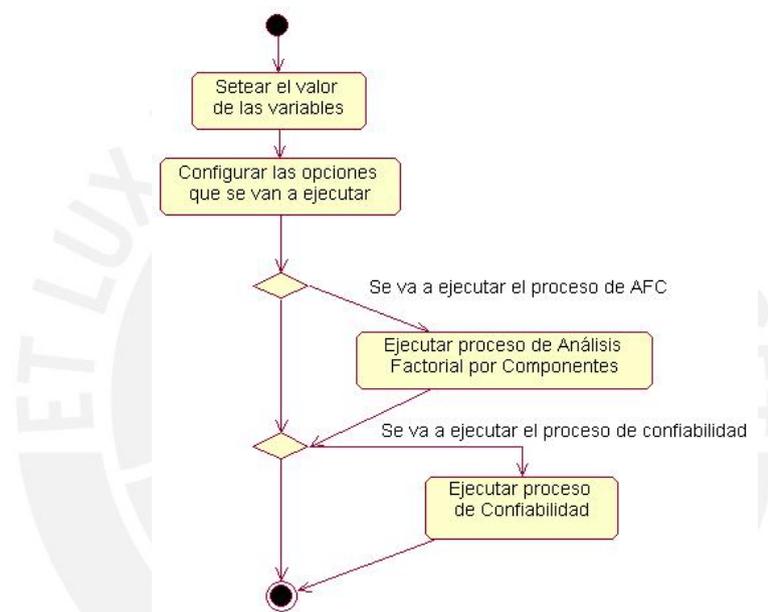


Figura 3-20: Diagrama de Actividades – Ejecutar procesos por lote

b) Realizar Análisis de Confiabilidad

Este proceso se encarga de ejecutar el flujo para realizar el análisis de confiabilidad. En esta etapa se efectúa la eliminación de los ítems que no aportan significativamente al test y es, principalmente, el proceso que está más orientado al uso pedagógico y que permite una mayor interacción. La Figura 3-21 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID:	UC_MOD_03
Caso de Uso:	Realizar análisis de confiabilidad.
Actores:	Investigador.
Propósito:	Efectuar el análisis de confiabilidad de una prueba.

Precondición: Se tiene el módulo de psicometría en estado “activo” y un proyecto de psicometría abierto o un archivo de resultados de test cargado en la hoja de datos.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona una región de datos en la hoja de datos y ejecuta el análisis de confiabilidad.
2. La herramienta importa los datos del test (de la hoja de datos) o de lo que se procesó por el análisis factorial por componentes.
3. La herramienta carga las variables que el usuario ha configurado y el tipo de correlación.
4. La herramienta calcula la correlación, el Alfa de cada ítem y el Alfa actual de la prueba. Para ello utiliza las funciones estadísticas disponibles en el núcleo.
5. La herramienta analiza y descarta el ítem que aporte menos al test.
6. Los pasos 4 y 5 son ejecutados mientras que cada ítem no tenga una correlación mayor a la configurada y hasta que el Alfa de Crombach no llegue al valor también configurado por el actor. El proceso también puede terminar si no existen mas ítems a procesar.
7. La herramienta muestra los resultados y el caso de uso termina.

Flujo Alternativo 1:

1. El flujo alternativo se inicia cuando el usuario activa la ejecución del análisis de confiabilidad por lote y seleccionó la opción 'ejecución paso a paso'.
2. Si se ejecutó previamente el análisis factorial por componentes, se cargan los factores. Caso contrario, se ejecuta el paso 3.
3. Se ejecutan los pasos 4, 5, 6 y 7 del flujo principal mostrando en cada iteración un mensaje de lo que está realizando y el porqué de cada decisión.

Postcondición

El análisis de confiabilidad se efectuó con éxito.

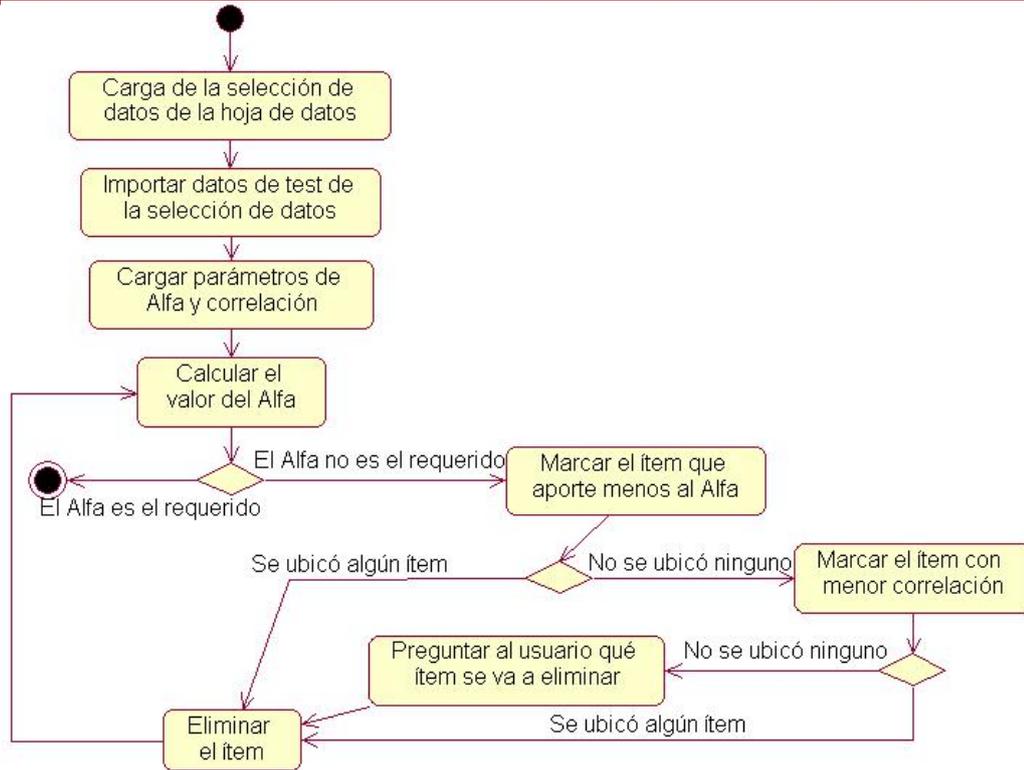


Figura 3-21: Diagrama de Actividades – Realizar análisis de confiabilidad

c) Efectuar Análisis Factorial por Componentes

Este proceso se encarga de ejecutar el flujo necesario para realizar el análisis factorial por componentes. La ejecución de este proceso es directa y no se realizan pausas durante su ejecución. El Figura 3-22 muestra el diagrama de actividades del presente caso de uso.

ID:	UC_MOD_04
Caso de Uso:	Efectuar análisis factorial por componentes.
Actores:	Investigador.
Propósito:	Efectuar el análisis factorial por componentes de una prueba.
Precondición:	Se tiene el módulo de psicometría en estado “activo” y un proyecto de psicometría abierto o un archivo de resultados de test cargado en la hoja de datos.

FLUJOS

Flujo Principal

1. El caso de uso se inicia cuando el actor selecciona una región de datos en la hoja de datos y ejecuta el análisis factorial por componentes.
2. La herramienta importa los datos del test de la hoja de datos.
3. La herramienta ejecuta el procedimiento implementado en el módulo (utilizando las funciones estadísticas implementadas en el núcleo). Se muestran los resultados y el caso de uso termina.

Flujo Alternativo 1: Se ha activado la ejecución por lotes

1. El flujo alternativo se inicia cuando el usuario selecciono la ejecución del análisis factorial por componentes.
2. La herramienta ejecuta el análisis factorial por componentes solo con los ítems que no llegaron a ser eliminados en el análisis de la confiabilidad. Se muestran los resultados y el caso de uso termina.

Postcondición

El análisis factorial por componentes se efectuó con éxito.

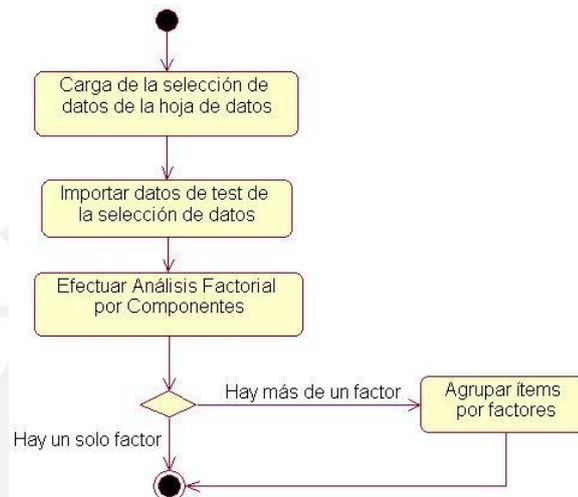


Figura 3-22: Diagrama de Actividades – Efectuar Análisis Factorial por Componentes

3.6. Diagrama de Clases de Análisis

En el presente subcapítulo, se presentan los diagramas de clases de análisis de la herramienta los cuales han sido elaborados utilizando la notación UML. Primero se mostrará el diagrama de clases de análisis del núcleo y, finalmente, el del módulo de psicometría.

En el diagrama de clases de análisis del núcleo se tiene una clase principal, llamada `Nucleo`, la cual controlará la lógica y flujo del programa. Esta clase trabaja con `AgrupacionEstadistica`, `Modulo`, `Archivo`, `Macroparser` y `HojaDeDatos` muy estrechamente. Las tres primeras clases implementan una funcionalidad base y su finalidad es ser heredadas por clases que implementen otros módulos de forma que permitan agregar nuevas fórmulas, nuevos módulos y una mayor variedad de archivos. La clase `HojaDeDatos`, junto con

HojaDeDatosModel, HojaDeDatosEditor, StdCelda y StdColumna, permiten el control y funcionamiento de la hoja de datos de la herramienta. Por ejemplo, HojaDeDatos y HojaDeDatosEditor responden a los eventos del usuario y muestran los datos contenidos en la hoja de datos, HojaDeDatosModel controla una estructura de datos con los valores de la hoja, mientras que StdCelda y StdColumna controlan cada celda de la hoja de datos, almacenan su valor y referencias. MacroParser y ParserSC funcionan de forma similar, la primera interpreta una secuencia de comandos de un lenguaje definido por la herramienta y permite ejecutarlos de forma que interactúen con la hoja de datos; ParserSC interpreta una sintaxis aritmética, lo que permite la ejecución de fórmulas anidadas a través de la BarraDeFormulas.

La Figura 3-23 muestra el diagrama de clases de análisis del núcleo.

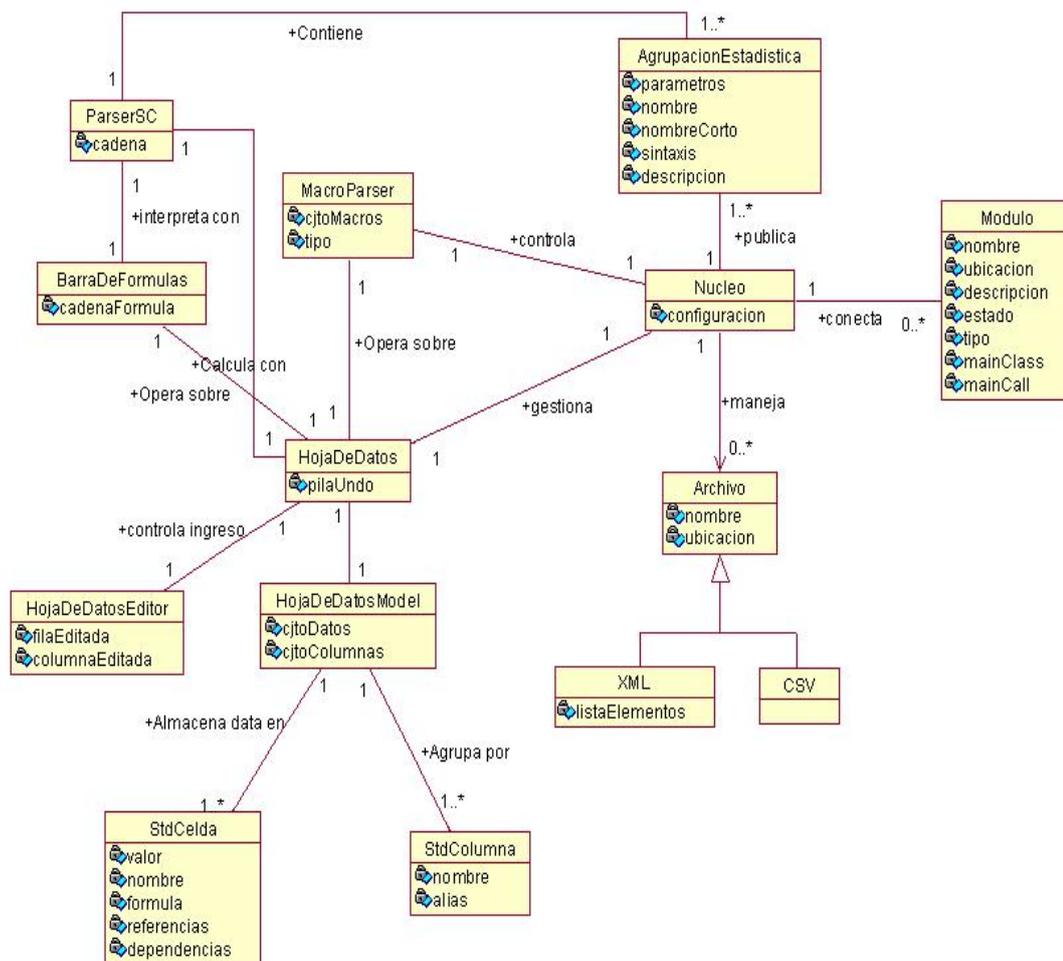


Figura 3-23: Diagrama de Clases de Análisis del Núcleo

El diagrama de clases de análisis del módulo de psicometría tiene como clase principal a `ModuloPsicometriaMain`, la cual hereda de la clase `Modulo` del núcleo, permitiendo ser el punto de ingreso en la comunicación entre el Núcleo y el Módulo de psicometría. La clase `AdministradorPyPsicom` permite cargar los datos del proyecto en `ProyectoPsicom` de forma que puedan ser trabajados con los procesos de análisis y confiabilidad. Las funciones utilizadas por los procesos del módulo se encuentran implementadas en clases que heredan de una clase base llamada `FuncionesPsicom` que contiene funcionalidades generales para todas ellas; el objetivo de su diseño es el de mantener una centralización y estandarización de la implementación. La funcionalidad del Análisis Factorial es implementada en la clase `AnalisisFactorial`, la cual utiliza en su proceso las distintas funciones implementadas a través de `FuncionesPsicom`.

La Figura 3-24 muestra el diagrama de clases de análisis del módulo de psicometría

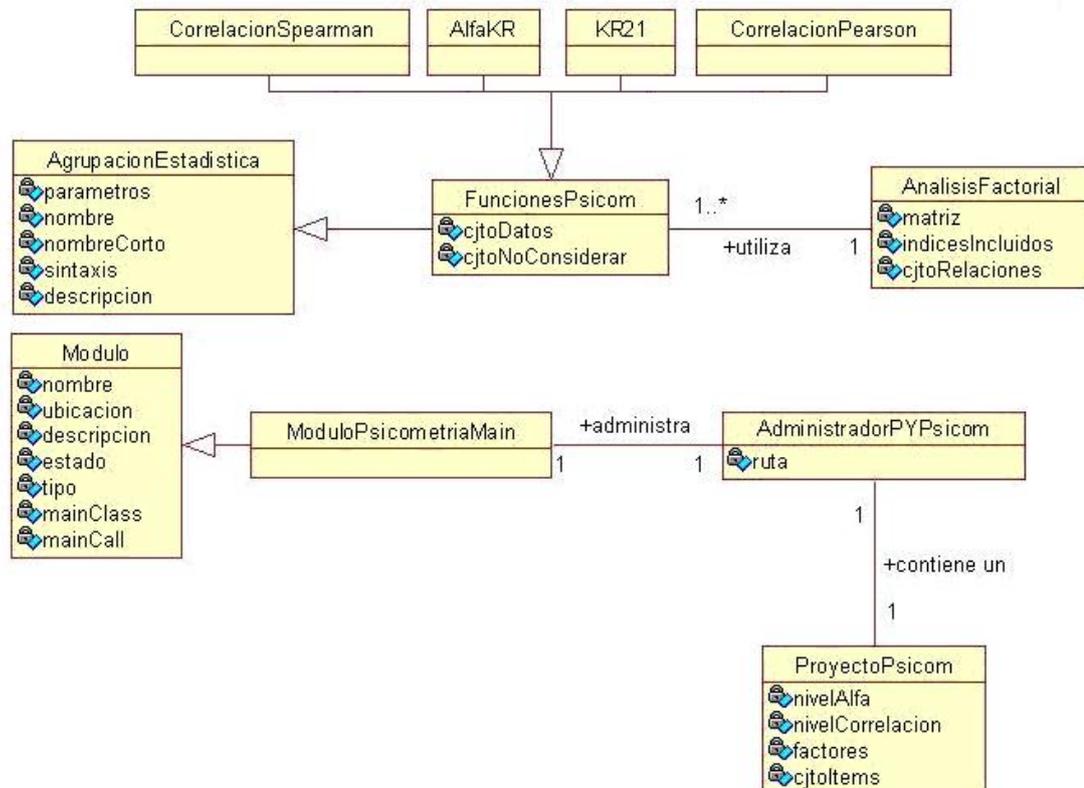


Figura 3-24: Diagrama de Clases de Análisis del Módulo de Psicometría

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

4. Diseño y Construcción de la Herramienta

En el presente capítulo se presentarán las etapas finales del proyecto que corresponden al diseño y construcción del mismo.

En el capítulo anterior se trató la primera parte de la etapa “Hacer” del Ciclo de Deming (propuesta de las posibles contramedidas a considerar); la segunda parte de la misma comprende la implementación de las contramedidas correspondientes al presente capítulo. La implementación de estas contramedidas equivale a la implementación de la herramienta, las cuales son consideradas en el diagrama de clases de diseño y los puntos de diseño de UML (diagrama de arquitectura y de secuencias).

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

Luego se detallarán las especificaciones de diseño que se consideraron en la programación de la herramienta. En esta sección se podrá comprender la lógica que se utilizó para la implementación de las funcionalidades principales. Cabe

resaltar que la información presentada es sólo lo más resaltante de los documentos de diseño de alto nivel y diseño detallado, en el anexo D y E respectivamente.

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

4.1. Arquitectura de la Herramienta

A continuación se presentarán 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 Despliegue

La Figura 4-25 muestra el diagrama de despliegue de la herramienta, el cual describe los diferentes nodos físicos que posee la misma.

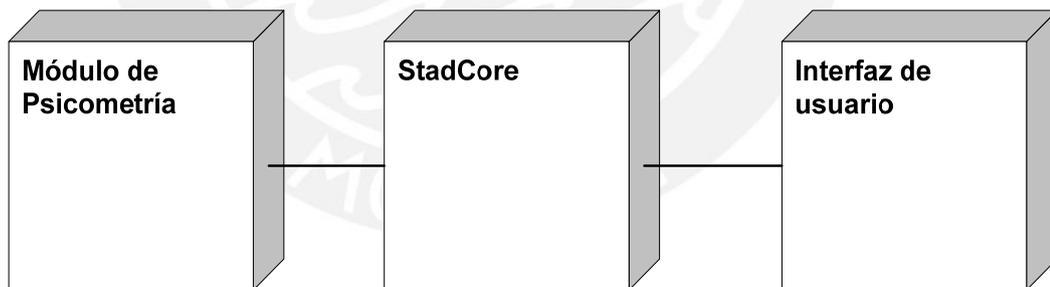


Figura 4-25: Diagrama de Despliegue

- Interfaz de usuario: Los usuarios de propósito general e investigadores de psicometría utilizan la herramienta StadCore a través de esta interfaz gráfica que presenta el núcleo.
- StadCore: Parte principal de la herramienta que contiene todas las funciones estadísticas, macros, hoja de datos y manejador de archivos que ofrece la

herramienta StadCore y, además, permite al usuario interactuar con los módulos configurados y activados.

- Módulo de Psicometría: Contiene los servicios del Módulo de Psicometría, los cuales constan de los procesos de confiabilidad y análisis.

4.1.2. Diagrama de Paquetes

El diagrama de paquetes que se presenta en la Figura 4-26 muestra las clases más importantes agrupadas dentro de paquetes.

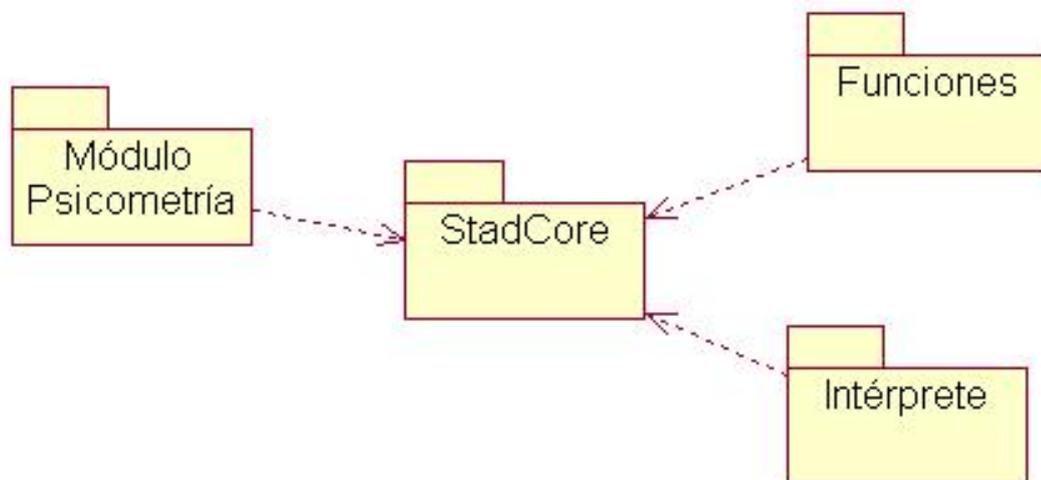


Figura 4-26: Diagrama de Paquetes

- StadCore: Paquete vital de la aplicación que maneja toda la herramienta y sus configuraciones.
- Intérprete: Paquete que tiene implementada la lógica para la creación y ejecución de las macros.
- Funciones: Paquete que contiene las funciones de estadística implementadas.
- Módulo de Psicometría: Paquete que contiene las clases que manejan los procedimientos de Confiabilidad y Análisis de Psicometría con sus respectivas interfaces.

4.1.3. Diagrama de Componentes

La Figura 4-27 muestra los componentes principales que se encuentran en la herramienta StadCore. Posteriormente, en la Tabla 4-5 se podrá observar un cuadro sobre los elementos de cada componente y, finalmente, en la Tabla 4-6 se mostrará la descripción de los mismos.

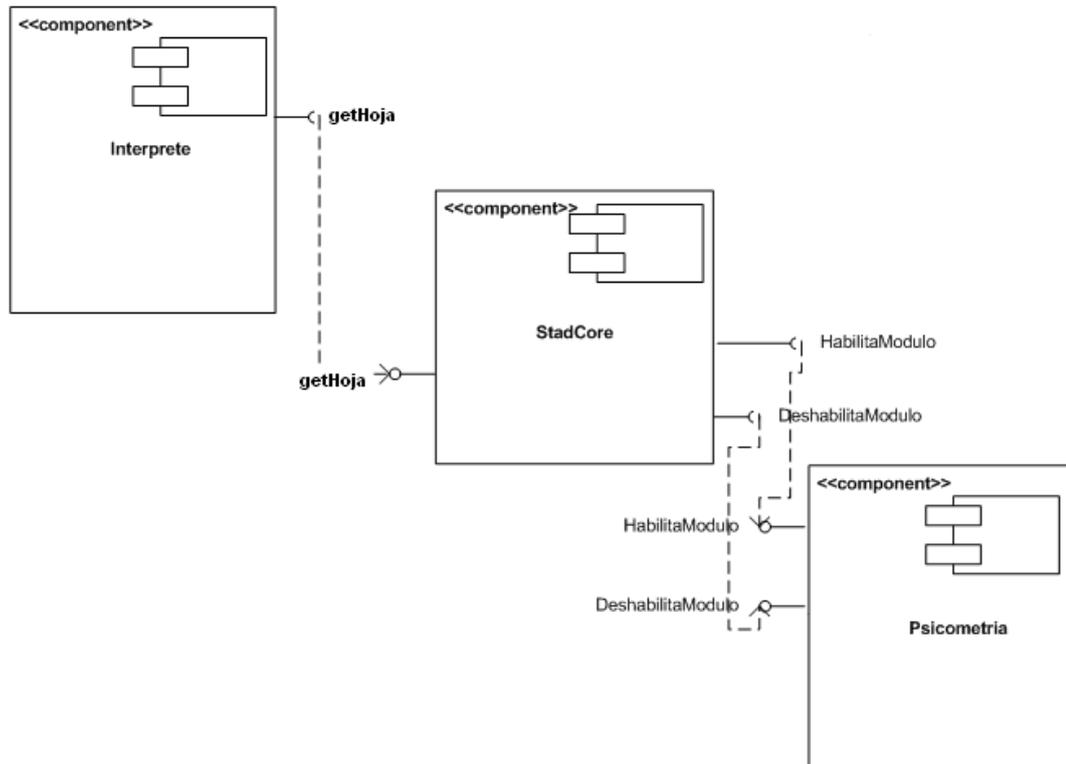


Figura 4-27: Diagrama de Componentes

Componente	Elementos
StadCore	Stadcore.jar Stadcorecfg.xml Estadistica.jar
Intérprete	Interprete.jar
Psicometría	Psicometria.jar Pkpsicfg.xml

Tabla 4-5: Componentes de la herramienta con sus elementos

Elemento	Descripción
Stadcore.jar	Paquete principal de la herramienta que contiene la hoja de datos, el manejador de archivos y toda la lógica necesaria para establecer las conexiones entre los

	distintos componentes de StadCore.
Stadcorecfg.xml	Archivo que contiene la configuración del núcleo de StadCore.
Interprete.jar	Paquete que contiene toda la lógica necesaria para la creación y ejecución de las Macros de StadCore.
Estadistica.jar	Paquete que contiene las librerías de todas las funciones estadísticas y distribuciones implementadas de la herramienta StadCore.
Psicometria.jar	Paquete principal del módulo de psicometría que contiene la lógica de los procesos de confiabilidad y análisis, el manejador del archivo del proyecto de psicometría y de las funciones de psicología implementadas con base estadística.
Pkpsicfg.xml	Archivo que contiene la configuración del módulo de psicometría.

Tabla 4-6: Descripción de los componentes de la herramienta

4.2. Diagrama de Secuencias

A continuación se presentarán los diagramas de secuencia de la herramienta. En primer lugar se mostrarán los que pertenecen al núcleo y posteriormente los del módulo de psicometría.

4.2.1. Diagramas de Secuencia del Núcleo

A continuación se presentan los diagramas de secuencia del núcleo.

a) Usar Hoja – Fijar Valor

El diagrama de secuencia para fijar los valores especifica los pasos que se llevan a cabo para ingresar datos en las celdas de la hoja de datos. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-28.

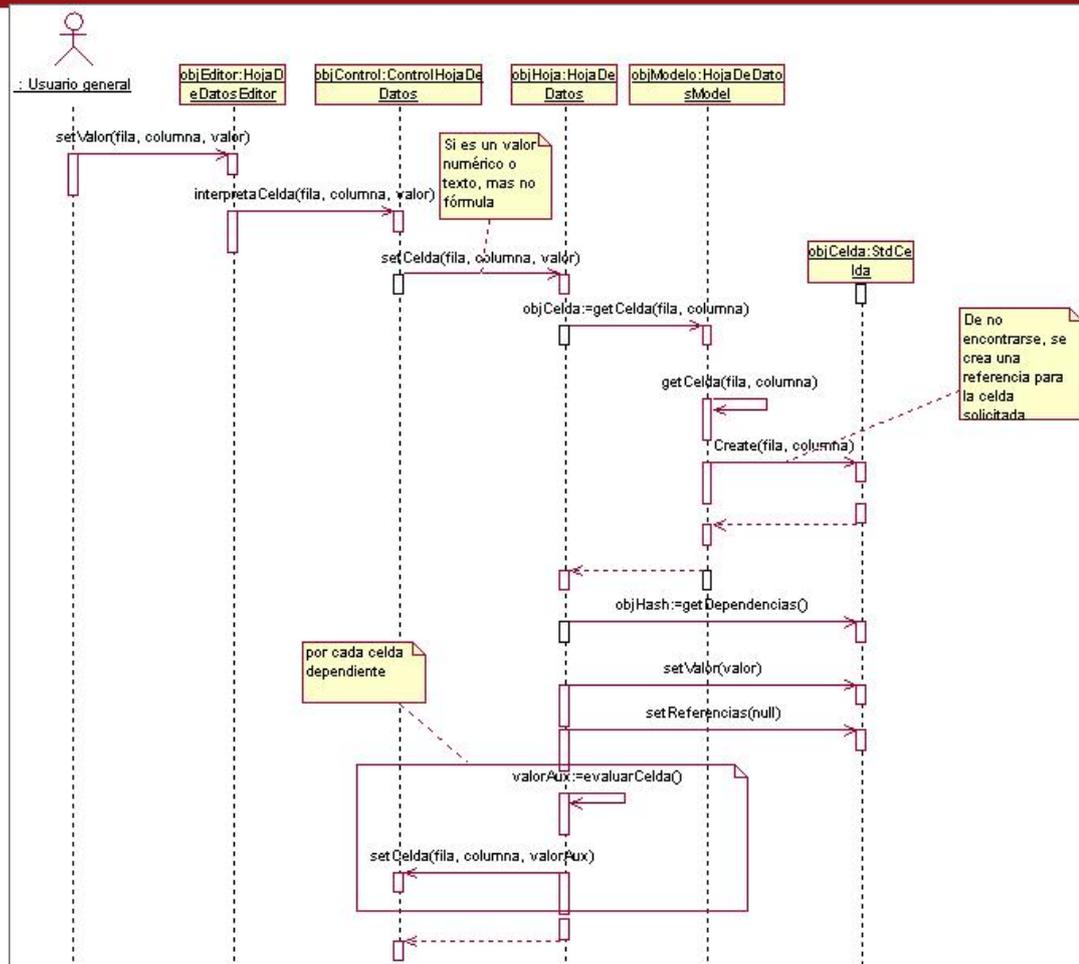


Figura 4-28: Usar Hoja – Fijar Valor

b) Usar Hoja – Procesar Fórmula

El diagrama de secuencia para procesar las fórmulas especifica los pasos a llevarse a cabo con el fin de ingresar, validar y ejecutar una fórmula, utilizando la hoja de datos. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-29.

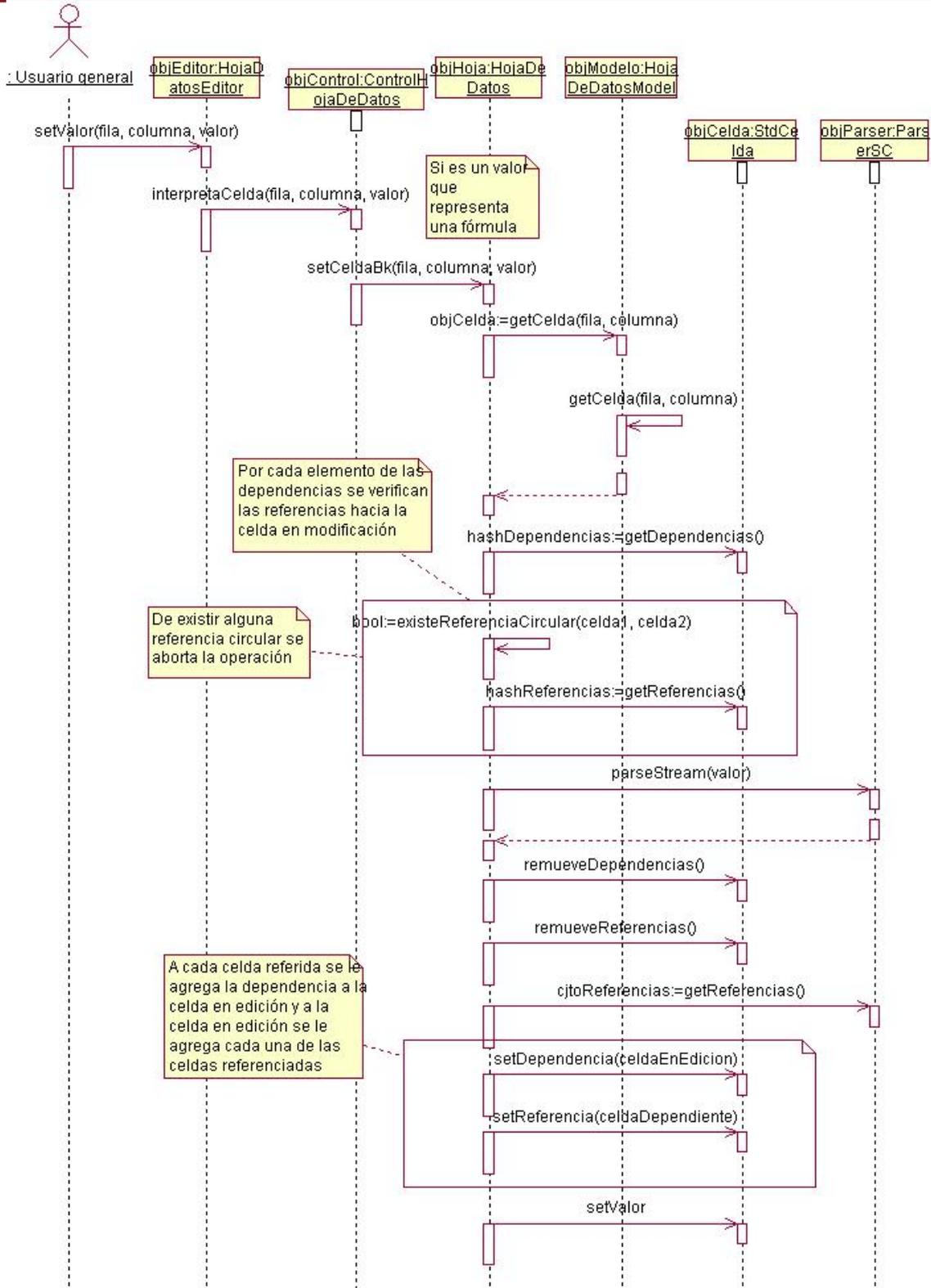


Figura 4-29: Usar Hoja – Procesar Fórmula

c) Barra de Fórmula

El diagrama de secuencia para utilizar la barra de fórmula detalla los pasos que son realizados para interpretar una fórmula y obtener un resultado a partir de ella. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-30.

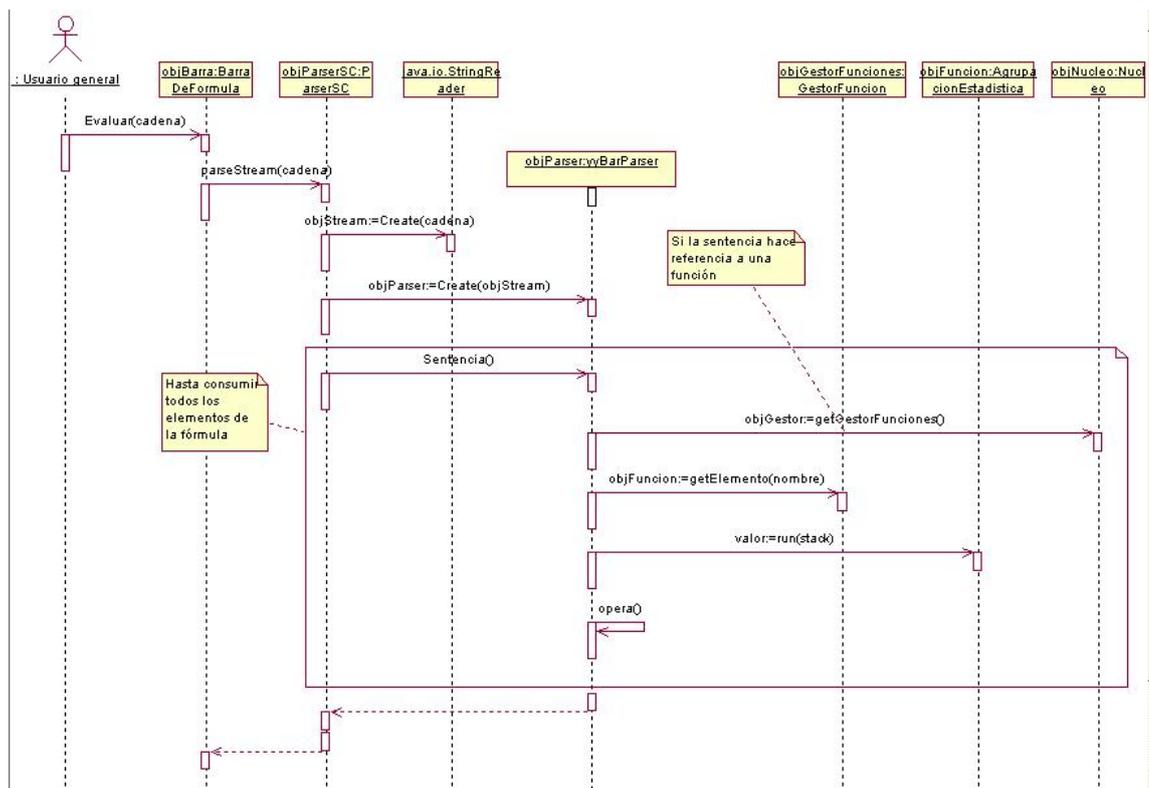


Figura 4-30: Barra de Fórmula

d) Ejecutar Macro

El diagrama de secuencia para ejecutar las macros detalla los pasos realizados para interpretar y ejecutar los comandos de una macro en una hoja de datos. El flujo de ejecución inicia a través de la función Main contenida en la secuencia de comandos. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-31.

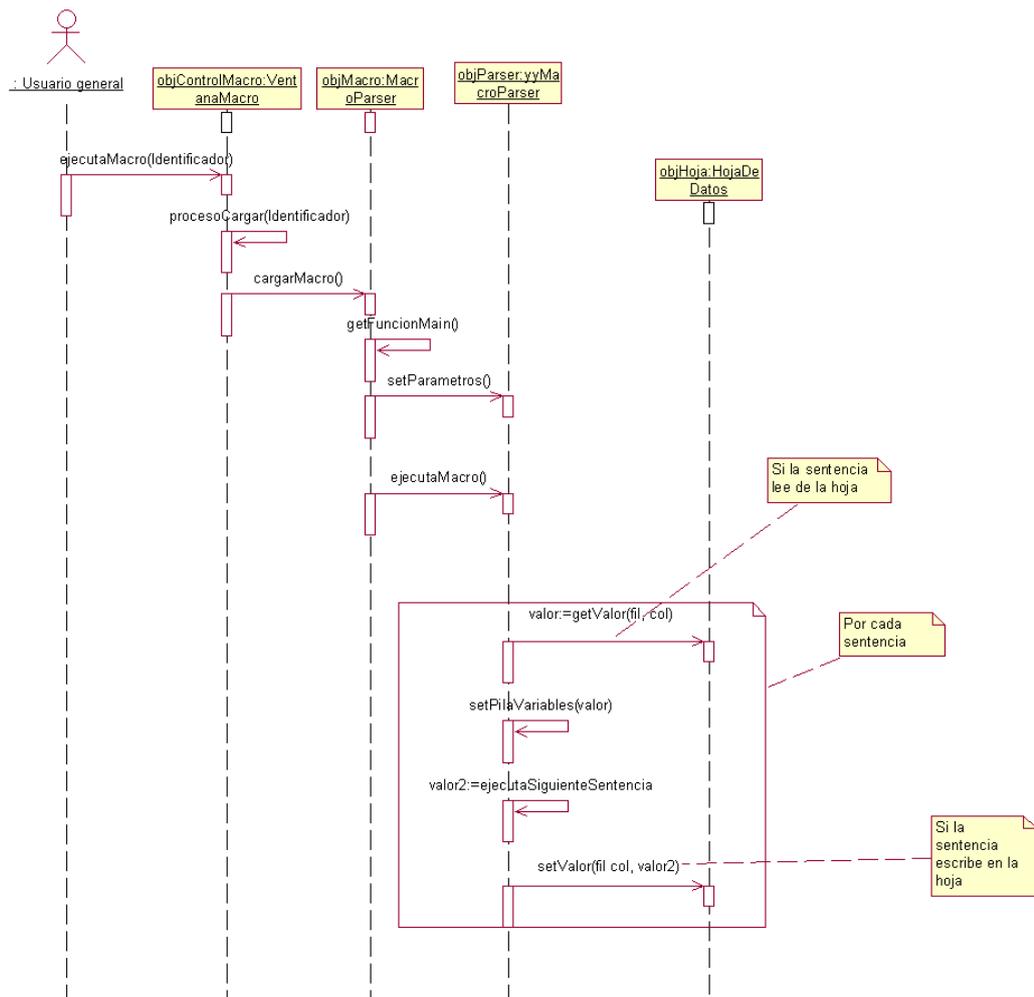


Figura 4-31: Ejecutar Macro

e) Configurar Módulos

El diagrama de secuencia para configurar los módulos especifica los pasos que se ejecutan con el fin de conectar los módulos con el Núcleo. En esta secuencia se carga el archivo XML con la información del módulo para posteriormente configurar sus parámetros. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-32.

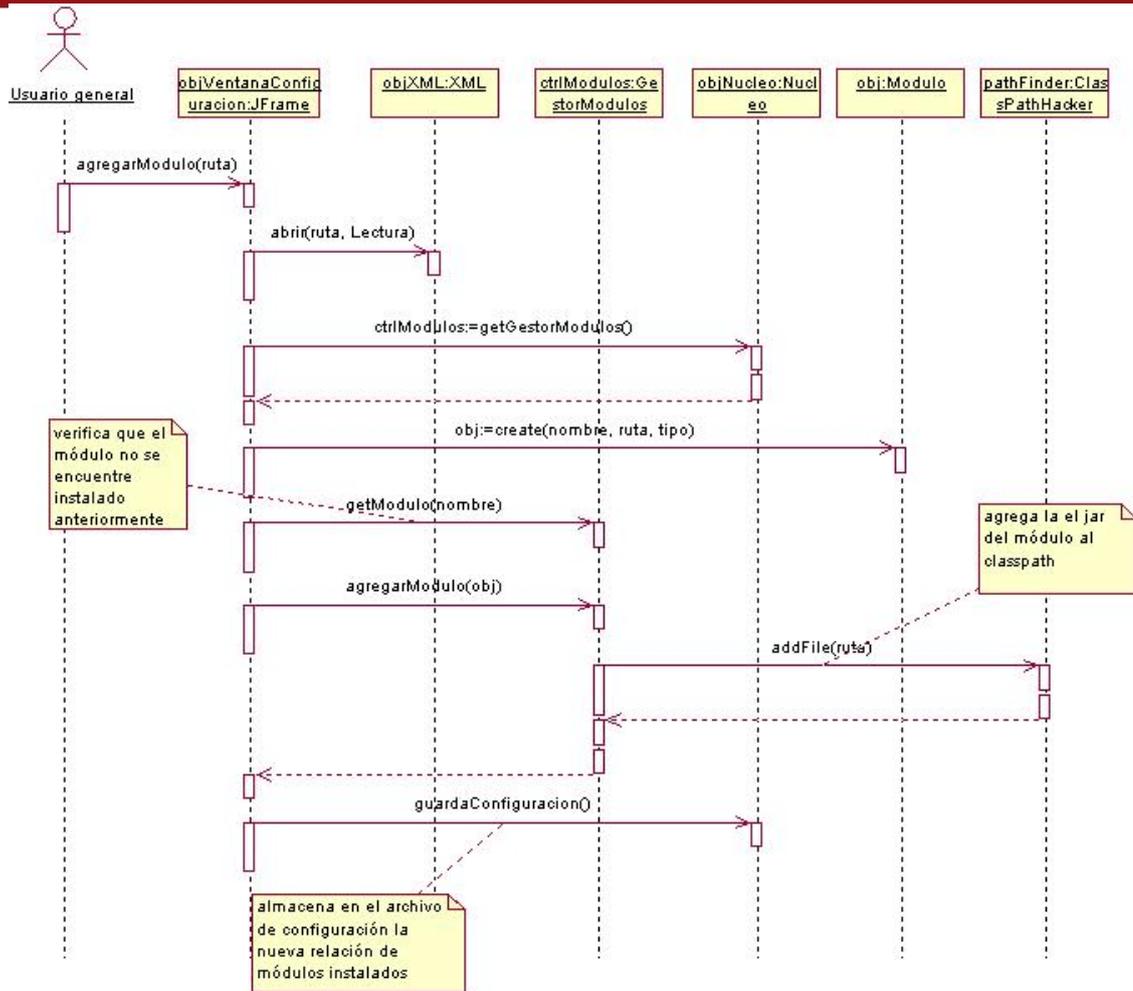


Figura 4-32: Configurar Módulos

4.2.2. Diagramas de Secuencia del Módulo de Psicometría

A continuación se presentan los diagramas de secuencia del módulo de psicometría.

a) Grabar Proyecto de Psicometría

El diagrama de secuencia para grabar el proyecto de psicometría especifica los pasos llevados a cabo con el fin de grabar los datos del proyecto en un archivo XML. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-33.

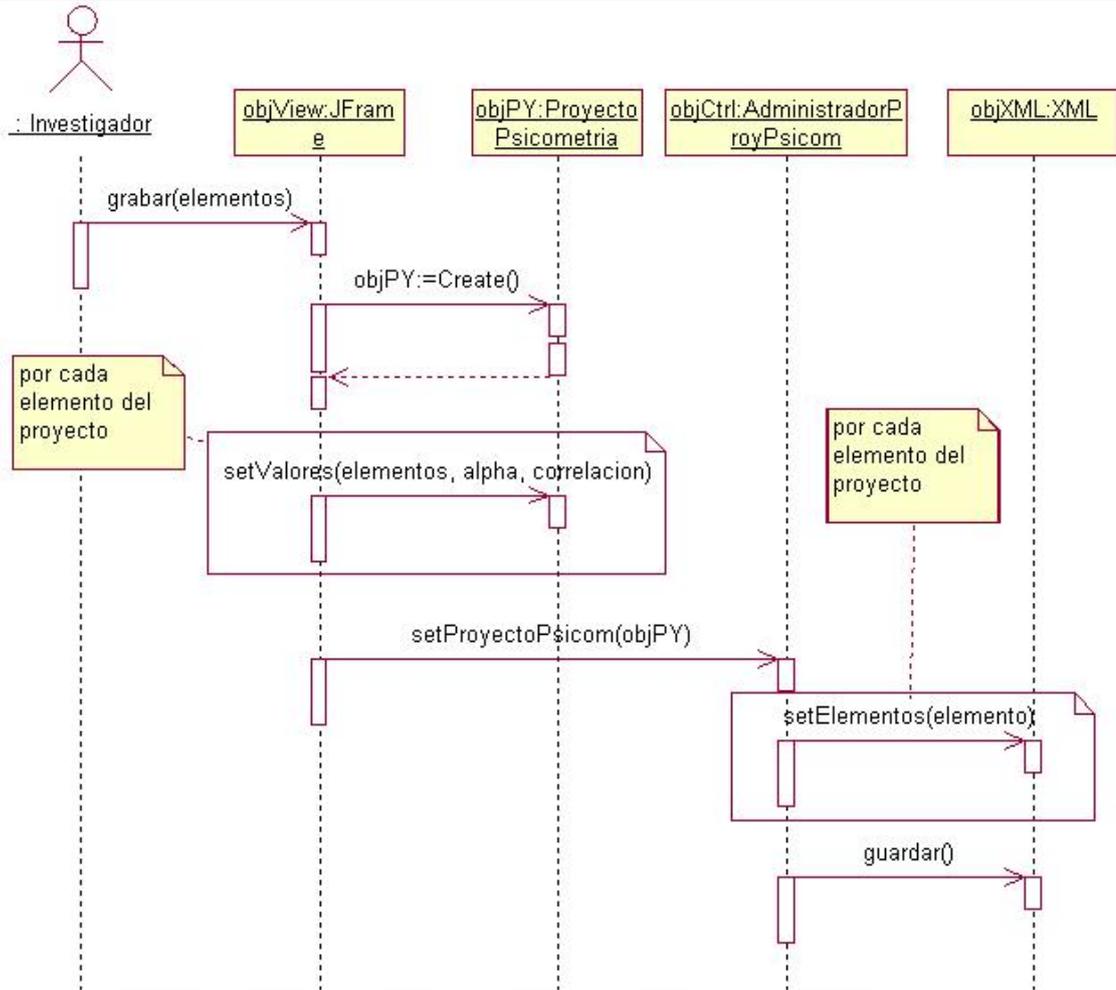


Figura 4-33: Grabar proyecto de psicometría

b) Realizar Análisis de Confiabilidad

El diagrama de secuencia para la realización del análisis de confiabilidad detalla los pasos en los que se delimita la región de trabajo y se fijan los parámetros del proceso. Finalmente se instancian las clases necesarias para llevar a cabo esta funcionalidad. Dicho diagrama se muestra en la Figura 4-34.

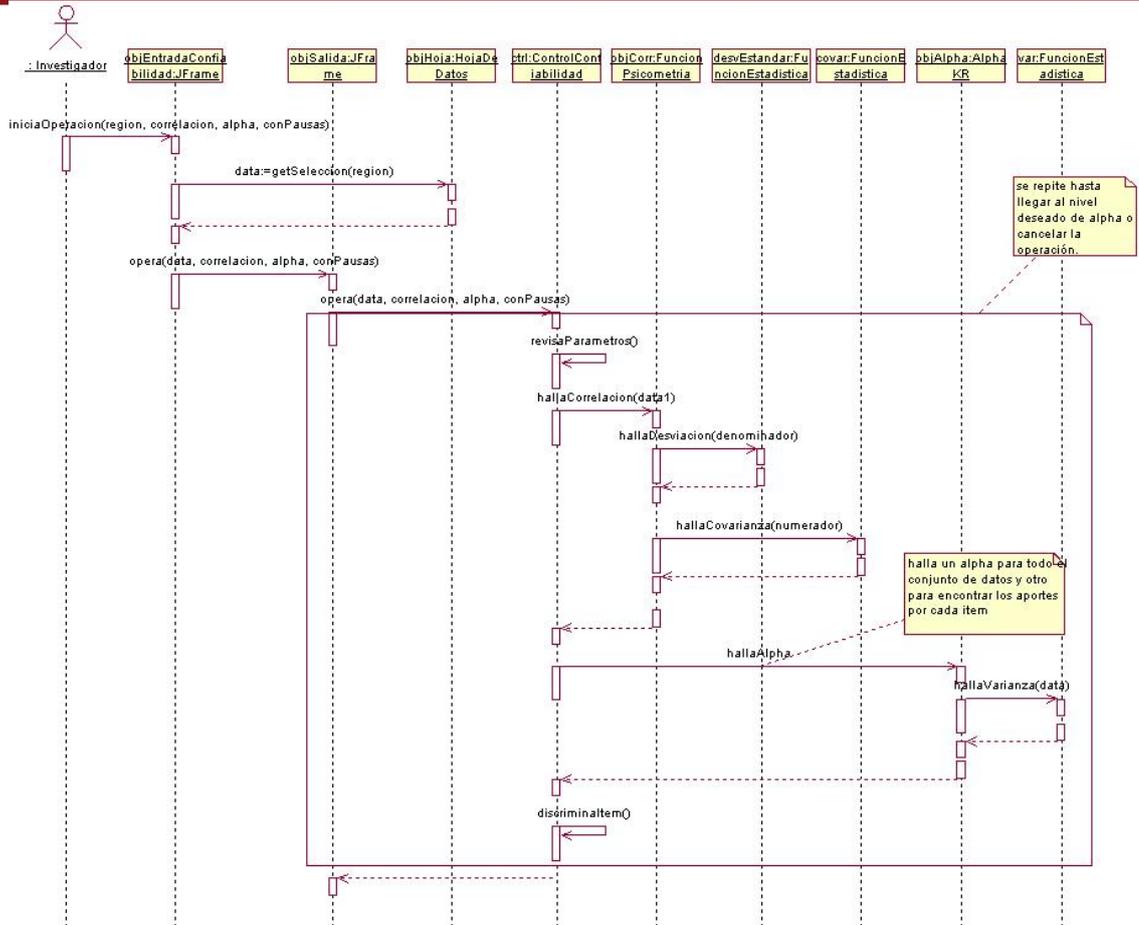


Figura 4-34: Realizar análisis de confiabilidad

4.3. Especificación del Diseño de Pantallas

El prototipo de la Herramienta StadCore muestra el modo en que el usuario interactuará con la misma para el desarrollo de su trabajo.

Las imágenes que se presentan a continuación se desarrollaron con la primera versión de la herramienta. Conforme ha pasado el tiempo, se notará que la idea inicial ha evolucionado hasta obtener el producto final.

4.3.1. Pantallas del Núcleo

Las pantallas propias del núcleo corresponden a la pantalla principal, hoja de datos, pantalla de funciones y las pantallas de configuración de módulos y cambios de sus opciones. El diseño de las mismas se podrá ver a continuación.

a) Pantalla Principal

La pantalla principal de la Herramienta StadCore permite acceder a sus funcionalidades básicas como crear una nueva hoja de datos, abrir y guardar los datos contenidos en la grilla activa, entre otras más. La Figura 4-35 muestra esta pantalla.

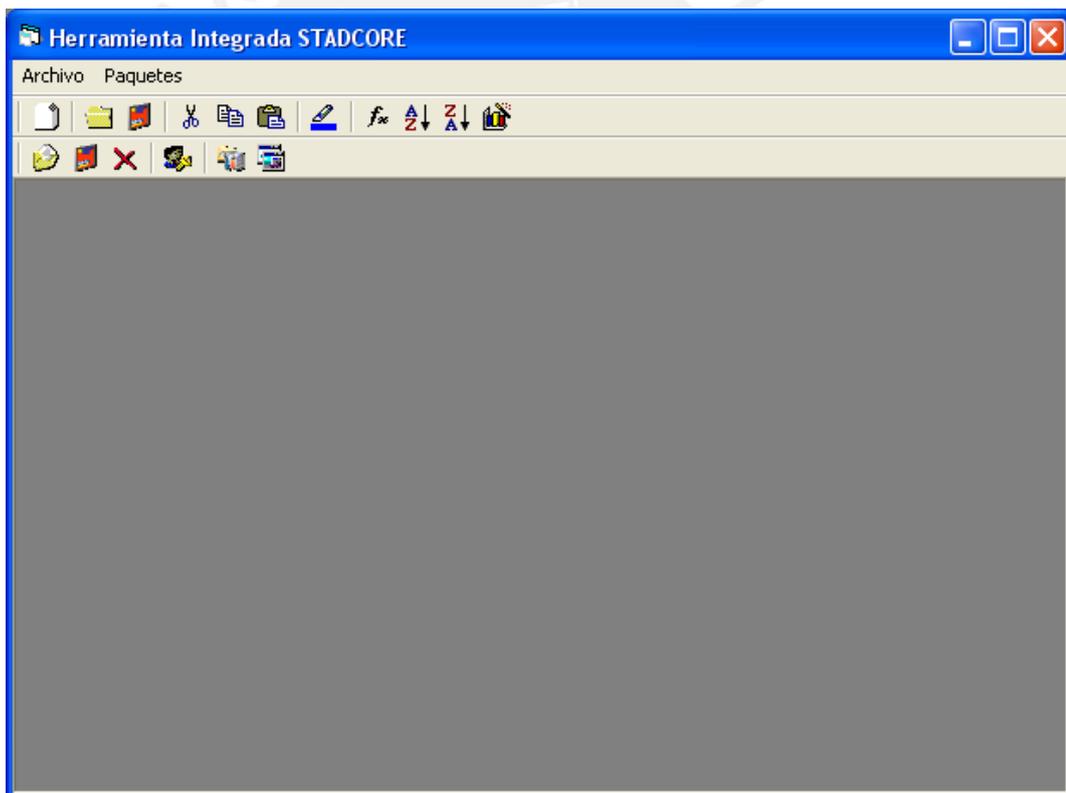


Figura 4-35: Prototipo de la Pantalla Principal

Además, incluye un submenú dentro del menú Módulos para acceder a las funciones de cada uno de los módulos instalados, así como un elemento dentro del mismo menú para acceder a la ventana de configuración de los módulos.

b) Hoja de Datos

La hoja de datos del núcleo permite ingresar datos sobre los cuales se podrán realizar análisis y operaciones sobre ellos. Cabe anotar que en la presente pantalla puede observarse en la parte inferior un componente que permite el ingreso y ejecución de macros; Esto no se ha mantenido en la versión final de la herramienta, donde las macros tienen un componente independiente para su ingreso. La Figura 4-36 muestra esta pantalla.

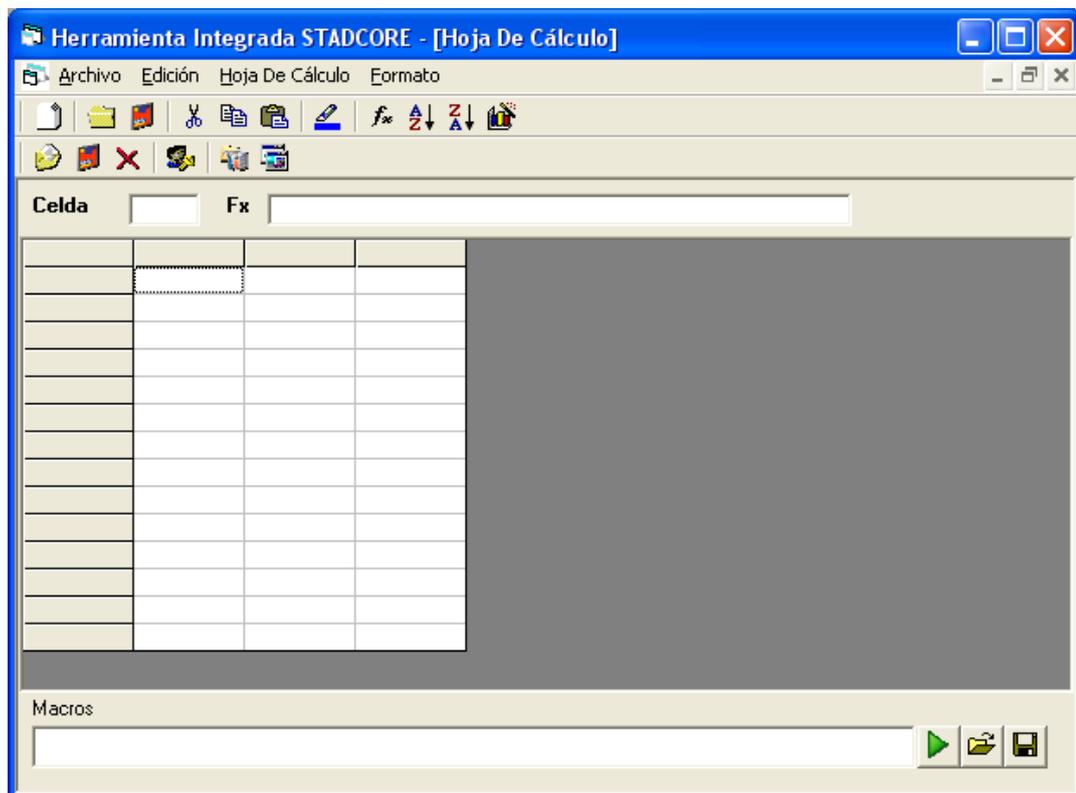


Figura 4-36: Prototipo de la Hoja de Cálculo

c) Pantalla Funciones

Permite insertar funciones del núcleo como parte de la fórmula de una celda. Presenta una lista de las funciones disponibles, cada una con una pequeña descripción y la sintaxis que emplea. La Figura 4-37 muestra esta pantalla.

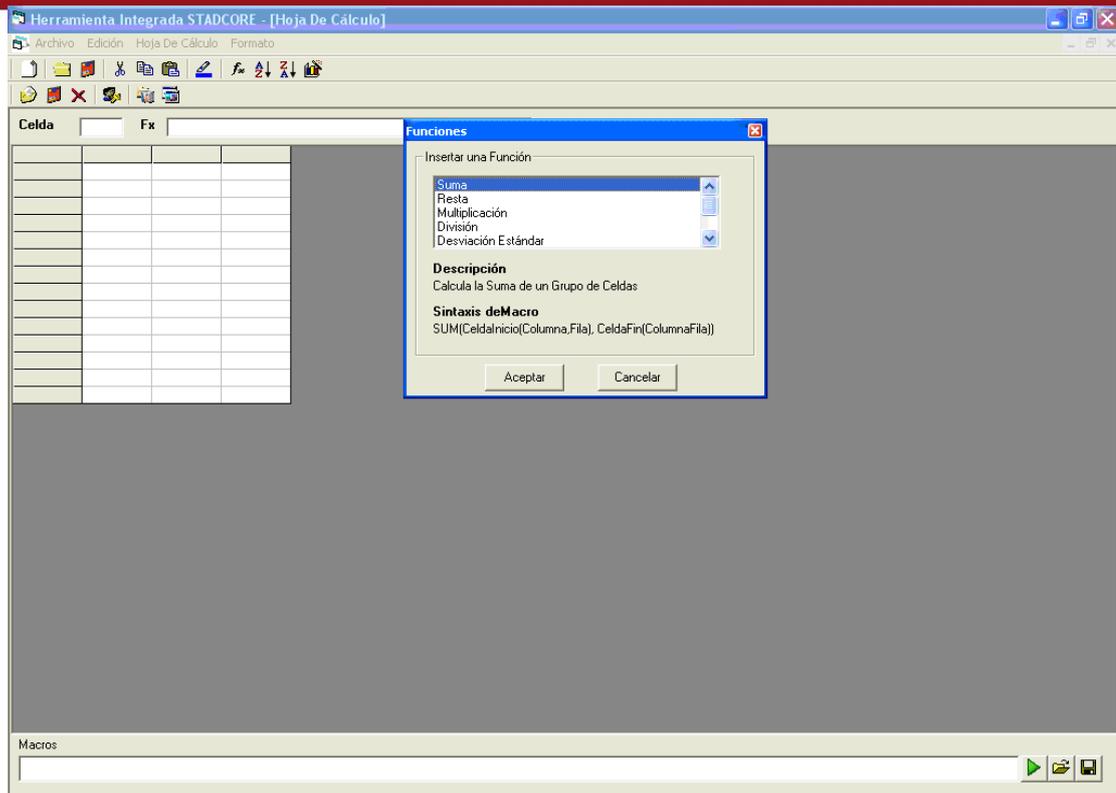


Figura 4-37: Prototipo de la Pantalla de Funciones en la Herramienta

La Figura 4-38 muestra una vista ampliada de la ventana de Funciones en donde se puede ver mejor las opciones que esta posee.

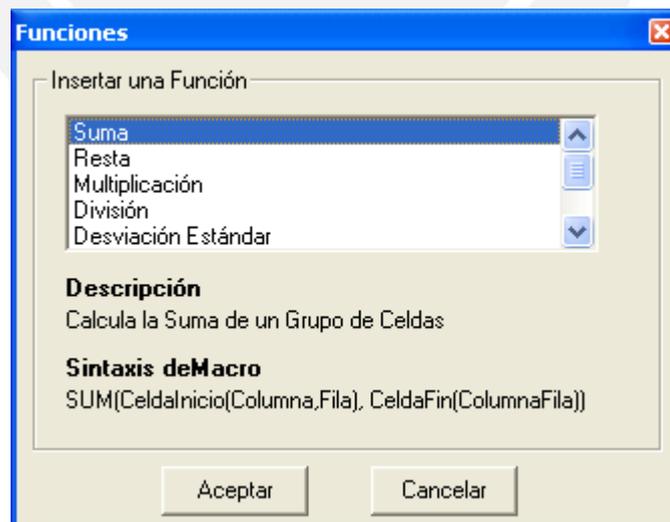


Figura 4-38: Prototipo de la Pantalla de Funciones

d) Pantalla Configurar Módulos

Permite al usuario configurar los módulos instalados. La Figura 4-39 muestra la pantalla para efectuar esta acción.

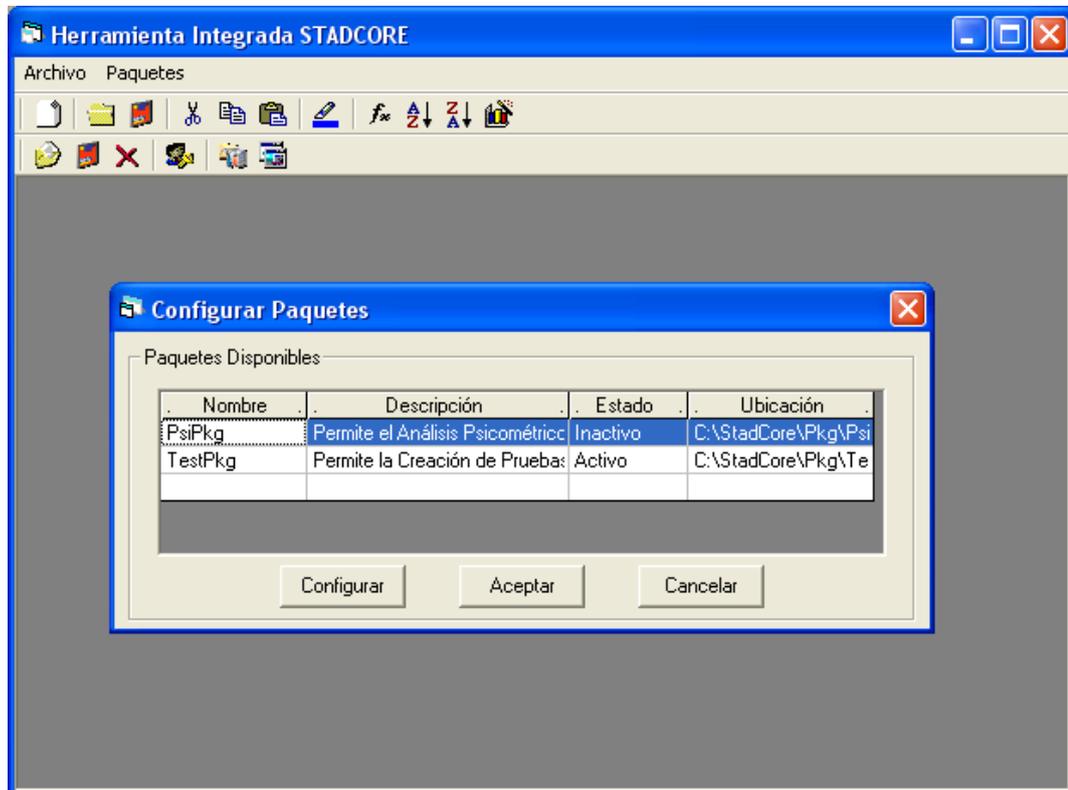


Figura 4-39: Prototipo de la Pantalla de Configurar Módulos

La razón por la que se ve el nombre de Paquete se debe a que ese fue el nombre utilizado al inicio del proyecto. Presenta una lista de los módulos instalados, en la cual figura el nombre del mismo, su descripción, si éste se encuentra activo o inactivo y la ubicación donde se encuentra instalado.

e) Pantallas Configurar Módulos – Cambiar

Permite al usuario cambiar las opciones de configuración de los módulos mostrados en la ventana Configurar Módulos. Muestra las opciones presentes en la ventana anterior en campos editables por el usuario, con excepción del campo Descripción, que no puede ser modificado. La Figura 4-40 muestra esta pantalla de configuración.

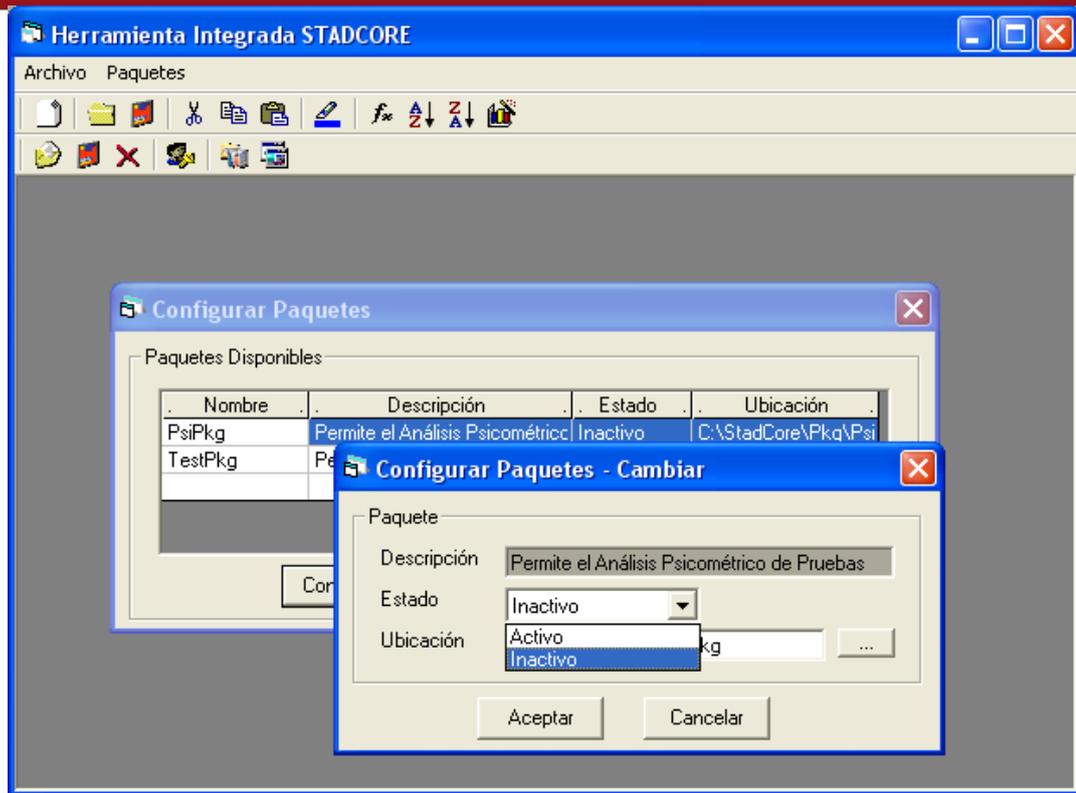


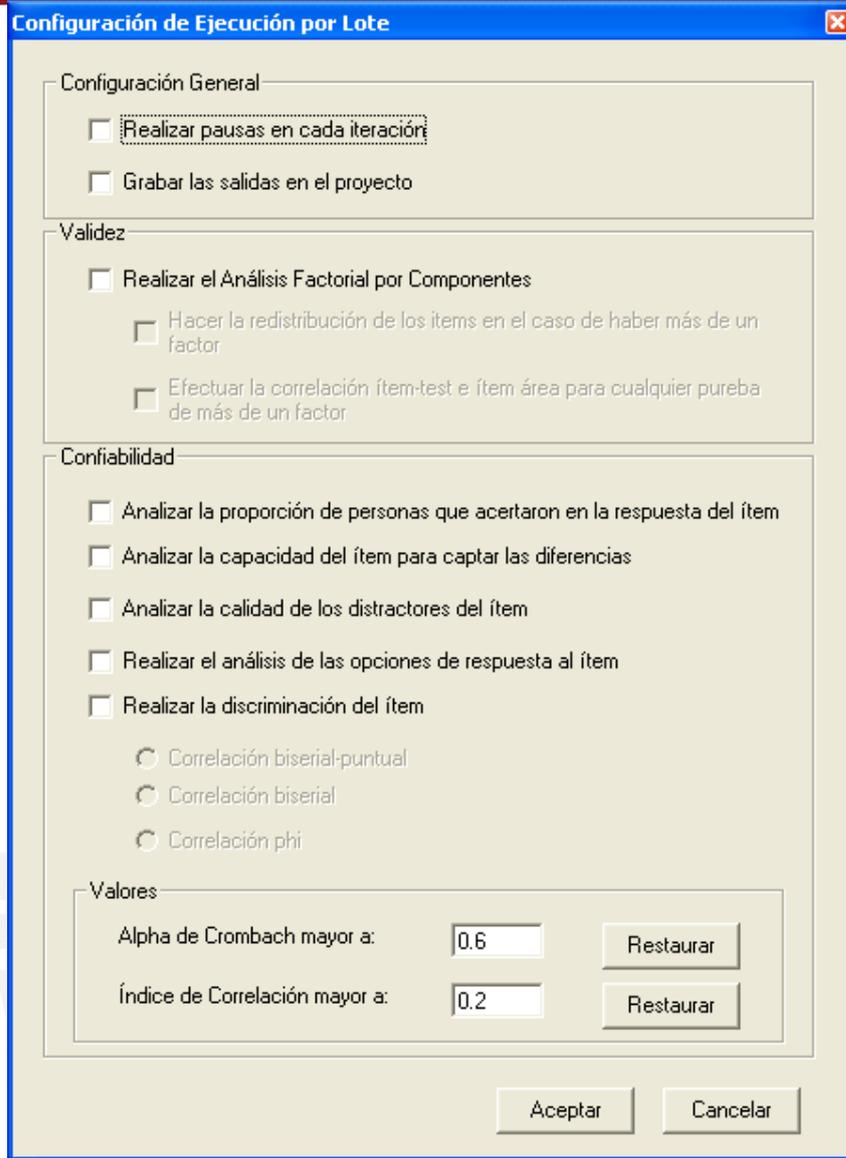
Figura 4-40: Prototipo de la Pantalla de Configurar Módulos - Cambiar

4.3.2. Pantallas del Módulo de Psicometría

Dentro de las pantallas correspondientes al módulo de psicometría se puede encontrar la pantalla de configuración de la ejecución por lote, la del resultado del análisis factorial y la del análisis de confiabilidad. El diseño de las mismas se presenta a continuación.

a) Pantalla Configuración de Ejecución por Lote

Permite al usuario configurar la ejecución por lote de los procesos, así como cuales de ellos se llevarán a cabo en dicha ejecución. Permite también ingresar los valores del alfa de Cronbach y del índice de correlación a ser usados en el análisis de confiabilidad. La Figura 4-41 muestra esta pantalla.



Configuración de Ejecución por Lote

Configuración General

- Realizar pausas en cada iteración
- Grabar las salidas en el proyecto

Validez

- Realizar el Análisis Factorial por Componentes
 - Hacer la redistribución de los ítems en el caso de haber más de un factor
 - Efectuar la correlación ítem-test e ítem área para cualquier prueba de más de un factor

Confiabilidad

- Analizar la proporción de personas que acertaron en la respuesta del ítem
- Analizar la capacidad del ítem para captar las diferencias
- Analizar la calidad de los distractores del ítem
- Realizar el análisis de las opciones de respuesta al ítem
- Realizar la discriminación del ítem
 - Correlación biserial-puntual
 - Correlación biserial
 - Correlación phi

Valores

Alpha de Crombach mayor a:

Índice de Correlación mayor a:

Figura 4-41: Prototipo de la Pantalla de Configurar Módulos - Cambiar

b) Pantalla Resultado Análisis Factorial por Componentes

Muestra al usuario los resultados del análisis factorial por componentes llevado a cabo en los datos cargados en la hoja de datos. Indica el total de factores encontrados y muestra los ítems de la prueba en un listado que incluye el número de ítem, su texto, el factor al que corresponde y una etiqueta que contiene la descripción o nombre del factor, dado por el usuario. La Figura 4-42 muestra esta pantalla.

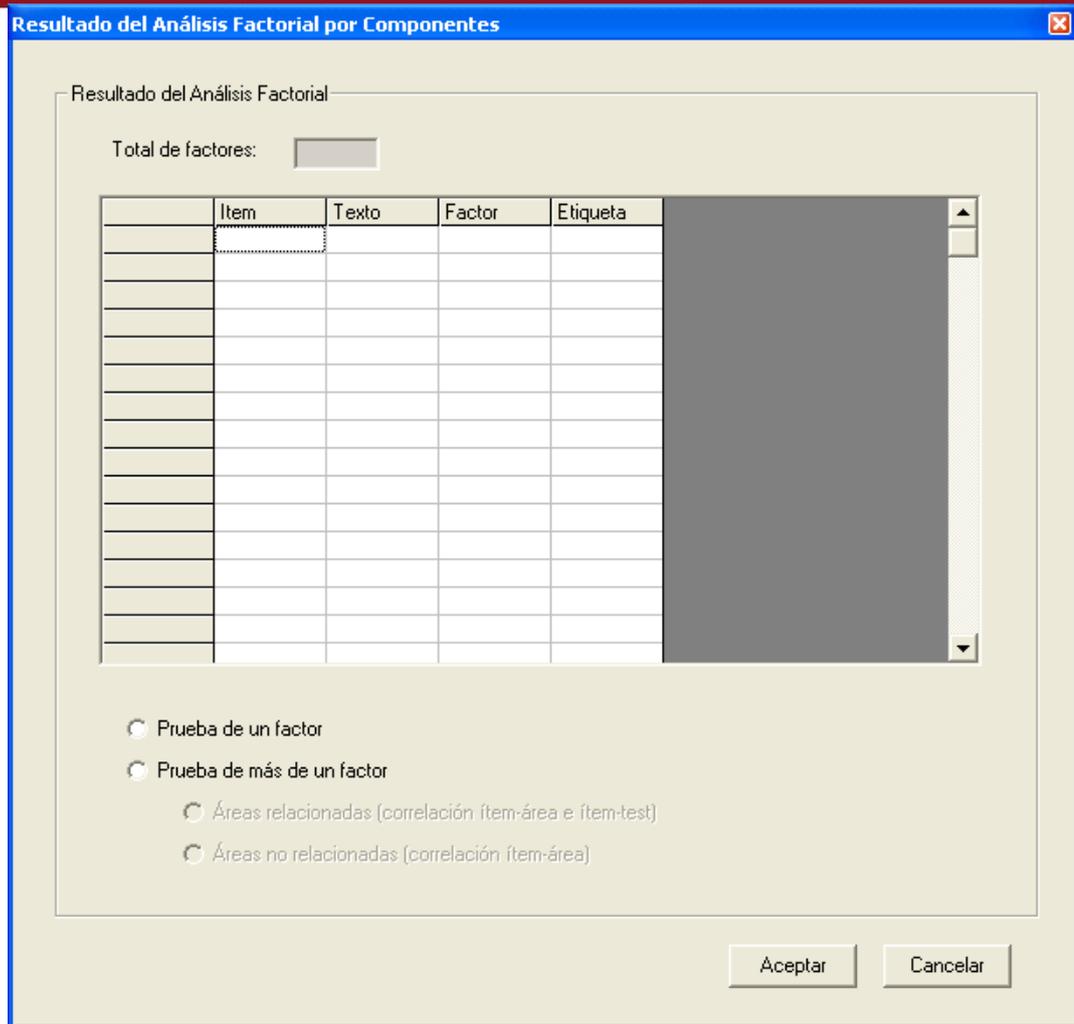
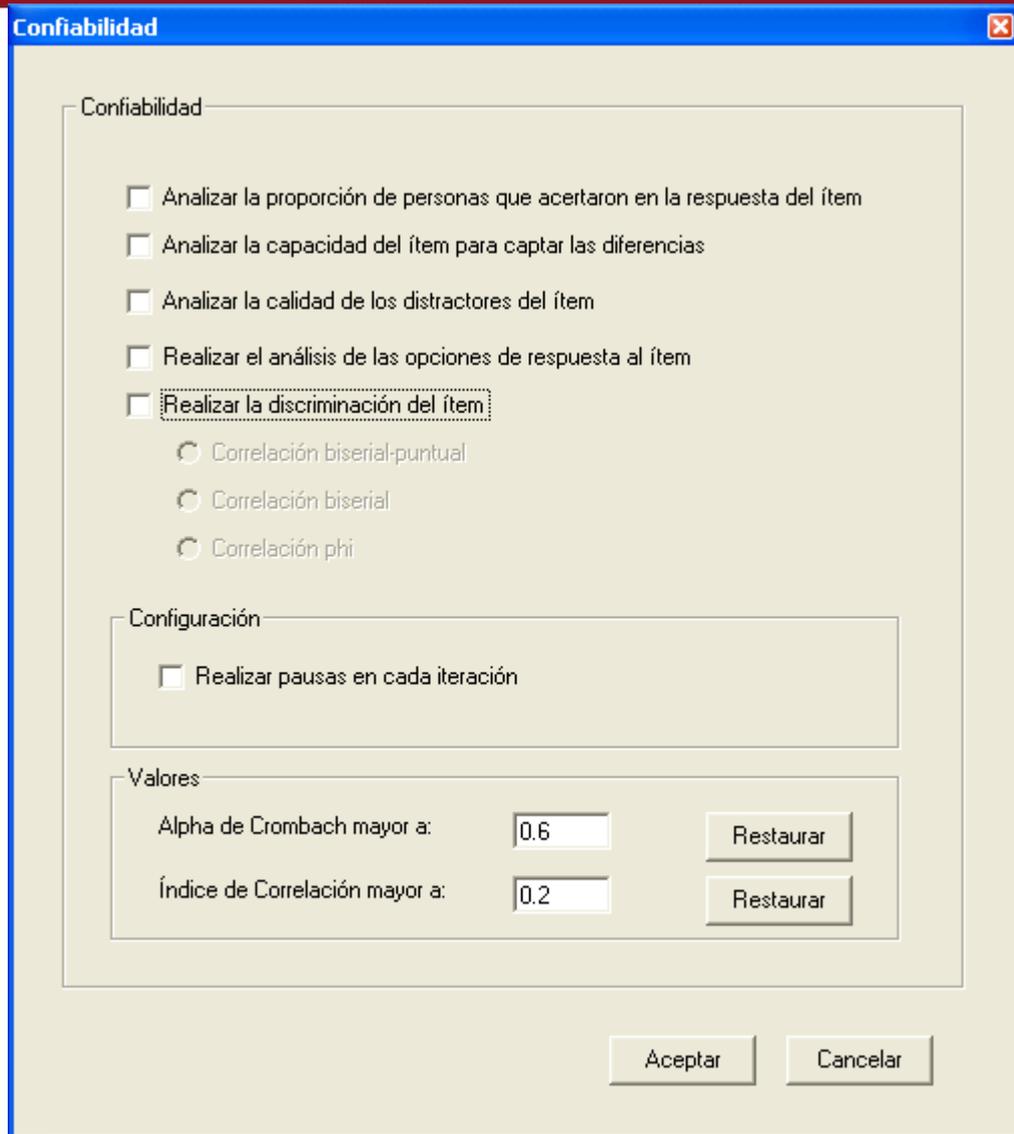


Figura 4-42: Prototipo de la Pantalla de Análisis Factorial por Componentes

c) Pantalla Análisis de Confiabilidad

Permite al usuario especificar que procesos se llevarán a cabo en lo referente al análisis de confiabilidad, así como especificar los valores de alfa de Cronbach e índice de correlación que serán empleados en el proceso. También da al usuario la opción de especificar si se van a realizar pausas en cada iteración de proceso. Como se observará en la herramienta final, algunas de las funcionalidades de la presente pantalla han sido retiradas por no ser importantes para los usuarios. La Figura 4-43 muestra esta pantalla.



Confiabilidad

Confiabilidad

- Analizar la proporción de personas que acertaron en la respuesta del ítem
- Analizar la capacidad del ítem para captar las diferencias
- Analizar la calidad de los distractores del ítem
- Realizar el análisis de las opciones de respuesta al ítem
- Realizar la discriminación del ítem
 - Correlación biserial-puntual
 - Correlación biserial
 - Correlación phi

Configuración

- Realizar pausas en cada iteración

Valores

Alpha de Crombach mayor a:

Índice de Correlación mayor a:

Figura 4-43: Prototipo de la Pantalla de Confiabilidad

4.4. Implementación

Durante esta etapa se siguió los pasos detallados en las fases de análisis y diseño para la realización de la herramienta. A continuación se presentan algunas de las consideraciones que se tomaron en cuenta al momento de construir la herramienta.

4.4.1. Lenguaje de Programación

El lenguaje de programación que fue seleccionado 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 adquisición y su capacidad de operación en diferentes sistemas operativos sin necesidad de reconstruir la herramienta.

4.4.2. Herramientas

A continuación se presentan las herramientas seleccionadas para el funcionamiento de la Herramienta StadCore:

a) J2SDK

El Java 2 Software Development Kit (o mejor conocido como J2SDK) es un paquete que contiene el entorno de desarrollo de Java Sun que comprende las clases estándares y la máquina virtual del lenguaje Java. Sirve para desarrollar programas en dicho lenguaje y proporciona el entorno de ejecución necesario para ejecutar dichos programas.

b) JDeveloper

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

4.4.3. Extensiones

Para desarrollar la herramienta no sólo se utilizó el J2SDK sino que 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.

a) JavaCC

El Java Compiler Compiler, o mejor conocido como JavaCC, es un generador de parsers (herramientas que permiten consumir y verificar una secuencia de caracteres de acuerdo a una serie de reglas que definen una gramática) el cual tiene como flujo de entrada una gramática (siguiendo un formato específico) y a su salida devuelve las clases que implementan el reconocimiento de la gramática. Dicha gramática se encuentra formada por un conjunto de elementos reconocibles (tokens) y la forma en que éstos se relacionan. Permite ingresar un código que se ejecute tras el reconocimiento de un token de la gramática, el cual puede ejecutarse antes o después del reconocimiento del siguiente token.

Esta herramienta se utilizará para el desarrollo del Parser de las fórmulas (para la barra de fórmulas) y para el Parser de Macros. Forma parte del desarrollo de la herramienta mas no es necesaria su inclusión en el uso de la misma. JavaCC se encuentra bajo la licencia: Berkeley Software Distribution (BSD) License.

b) JDOM

La misión del JDOM es la de proveer una solución para acceder, manipular y escribir data en archivos XML. Esta solución está basada en Java.

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

c) Íconos

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

4.5. Desarrollo de las Principales Funcionalidades

En la presente sección se explica a detalle la realización de las principales funcionalidades de la herramienta; estas se encuentran presentadas de acuerdo a las características principales de la herramienta incluyendo las del núcleo y las del módulo de psicometría.

4.5.1. Archivos de Soporte a la Comunicación

Como se vio anteriormente, la herramienta StadCore puede conectarse con otros módulos externos y nuevas fórmulas sin haber sido compilada con los mismos previamente. El modo en que el núcleo hace esta tarea se basa en los archivos de soporte a la comunicación que permiten al núcleo reconocer las funcionalidades adicionales.

Los archivos de soporte a la comunicación, utilizados en StadCore, son archivos XML cuya función es almacenar información útil y esencial para el funcionamiento de la herramienta. Básicamente, en estos archivos se guardan todas las parametrizaciones para establecer la comunicación con el núcleo. De esta forma, las funcionalidades se van ampliando en tiempo de ejecución.

El modo como el núcleo realiza la conexión con los módulos se debe a la función *forname* de la clase *class* la cual permite obtener una referencia a una clase conociendo sólo el nombre de la misma. El nombre de la clase se encuentra en el archivo de soporte a la comunicación XML (el cual es ingresado en la ventana de configuración de la herramienta) y, como se verá más adelante, los nombres de las funciones se encontrarán en los mismos.

El hecho de que XML permita el intercambio de información estructurada, hace de su uso la mejor solución para manejar los distintos parámetros que se verán a continuación.

Cabe señalar que en la versión preliminar de StadCore se denominaron a los “módulos” como “paquetes”; por consiguiente, ambos pueden considerarse como equivalentes.

a) Conexión con Otros Módulos

La conexión con otros módulos consiste en la manera en que un nuevo módulo puede ser reconocido por StadCore. El archivo utilizado viene a ser un archivo XML de nombre *PackageSetup.xml*, el cual debe ser desarrollado con cada módulo (para almacenar la información clave) y cuya estructura es conocida por el núcleo para identificar los parámetros necesarios con el fin de cargar sus funcionalidades. Este archivo tiene un doble objetivo: el primero es servir como “carta de presentación” para que pueda ser reconocido y configurado en la herramienta, y el segundo es de servir como “punto de entrada” al momento de ser utilizado.

El uso de la “carta de presentación” se da al momento de agregar el nuevo módulo a la herramienta. Mediante la ventana de configuración de nuevos módulos, se debe elegir la opción agregar para que a continuación el usuario busque el nuevo módulo. Cuando haya seleccionado dicho módulo la clase *Núcleo* realizará la verificación sobre el módulo para declararlo válido y lo agregará en el listado de módulo que tiene cargado en la misma. La Figura 4-44 muestra la pantalla de configuración de módulos.



Figura 4-44: Ventana de configuración de los módulos con el módulo de psicometría agregado

La información que se muestra en la pantalla de configuración de los módulos se debe al contenido del archivo *PackageSetup.xml* que se encuentra en la carpeta del módulo. La Figura 4-45 muestra el contenido de un archivo de configuración de módulo.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <configuracion>
  - <paquete>
    <nombre>Modulos.ModuloPsicometria</nombre>
    <mainclass>PaquetePsicometriaMain</mainclass>
    <maincall>none</maincall>
    <descripcion>Modulo con aplicaciones psicométricas</descripcion>
    <tipo>1</tipo>
  </paquete>
</configuracion>

```

Figura 4-45: Archivo de configuración del Módulo de Psicometría

Cuando el usuario accede a las funcionalidades de un módulo se está utilizando también el *PackageSetup.xml* como “punto de entrada”. De este modo, se logra obtener el nombre de la clase que contiene la funcionalidad del módulo permitiendo, en nuestro ejemplo, conseguir la referencia a la clase del módulo de psicometría.

b) Configuración de las Conexiones con el Núcleo

El núcleo ha sido desarrollado para trabajar autónoma e independientemente de algún módulo con la posibilidad de que pueda ampliar su funcionalidad mediante la inserción de los mismos. La configuración con el núcleo consiste en la forma en que los datos de los módulos son almacenados en la herramienta de forma que el núcleo tenga conocimiento de qué módulos tiene a su disposición.

La conexión de los módulos con el núcleo de StadCore se basa en un archivo de configuración (propio del núcleo) y de la clase *Núcleo* que carga los módulos configurados en el archivo mencionado. Esta configuración se almacena en un archivo XML, llamado *StadCoreCfg.xml*, y es actualizado mediante la función *addPaquete* de la clase *GestorPaquete* que añade el nuevo módulo al vector *cjtoPaquetes*.

La estructura del archivo *StadCoreCfg.xml* es la que sigue:

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<configuracion>
  <version>
    <principal> </principal>
    <secundario> </secundario>
    <revision> </revision>
  </version>
  <paquete>
    <nombre> </nombre>
    <mainclass> </mainclass>
    <maincall> </maincall>
    <descripcion> </descripcion>
    <ubicacion> </ubicacion>
    <tipo> </tipo>
    <estado> </estado>
  </paquete>
</configuracion>
```

Como se puede notar, esta estructura se encuentra dividida en dos partes: la versión y el paquete. La primera parte corresponde a reconocer la versión actual del Núcleo de la herramienta. La segunda, que se repite tantas veces como módulos hayan sido agregados (tal como se vio en el punto anterior), contiene todos los datos necesarios para que el *Núcleo* pueda cargar los módulos:

- Nombre: Nombre del módulo.
- Mainclass: Clase principal que el núcleo va a cargar.
- Maincall: Parámetro opcional que indica el método a llamar sobre la MainClass para iniciar el módulo.
- Descripción: Descripción del objetivo del módulo.
- Ubicación: Ruta en donde se ubican los archivos del módulo.

- Tipo: Indica el tipo de módulo, si implementa funciones, gráficos o agrega pantallas accesibles al usuario.
- Estado: Estado en el que se encuentra el módulo: Activo (1) o Inactivo (0).

La Figura 4-46 presenta un ejemplo de la configuración actual de StadCore.

```

<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <configuracion>
- <version>
  <principal>0</principal>
  <secundario>1</secundario>
  <revisión>0</revisión>
</version>
- <paquete>
  <nombre>Modulos.ModuloPsicometria</nombre>
  <mainclass>PaquetePsicometriaMain</mainclass>
  <maincall>none</maincall>
  <descripcion>Modulo con aplicaciones psicométricas</descripcion>
  <ubicacion>F:\PUCP\STADCORE\Modulos\ModuloPsicometria</ubicacion>
  <tipo>1</tipo>
  <estado>1</estado>
</paquete>
</configuracion>

```

Figura 4-46: Configuración actual de StadCore con el Módulo de Psicometría

Cambiando en la configuración el estado del módulo a “activado” es como el *Núcleo* realiza la agregación de la funcionalidad en la barra de menú. La Figura 4-47 muestra las pantallas que permiten el cambio de estado de un módulo. Luego, la Figura 4-48 presenta el cambio que se observará en la barra de menú luego de la activación del módulo de psicometría.

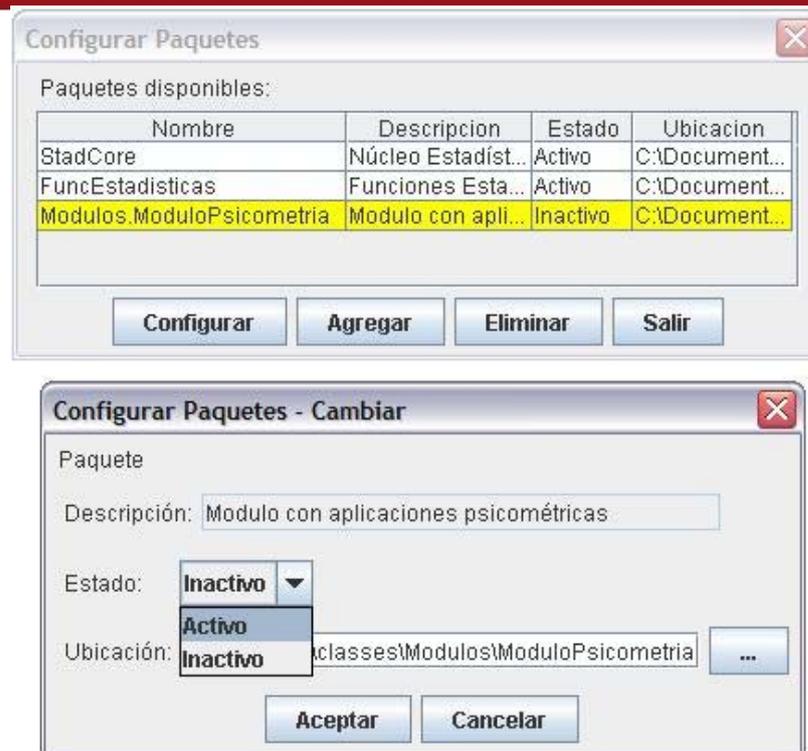


Figura 4-47: Cambio del estado del módulo de psicometría



Figura 4-48: Agregación del módulo de psicometría a la barra de menú

Con esta configuración será posible acceder a las funciones del nuevo módulo, en este caso, el de Psicometría.

c) Conexión con las Fórmulas

Las fórmulas presentes en la herramienta no han sido compiladas con la misma previamente. La conexión con las fórmulas es la que permite agregar nuevas fórmulas posteriormente. La manera en que estas son cargadas se debe al archivo XML *FuncEstadisticas.xml* que se encuentra dentro de la misma carpeta de las funciones estadísticas. Este archivo presenta la siguiente estructura:

- Nombre: Nombre de la función que aparece dentro de las opciones de fórmulas.

- Paquete: Nombre del módulo en donde se encuentran las fórmulas.
- Clase: Clase en donde está implementada la fórmula.
- Llamada: Función de la clase con la cual se ejecuta la fórmula.
- Nombcorto: Nombre con el cual se llama a la función desde la barra de fórmulas o la hoja de datos.
- Nparams: Número de parámetros que soporta la función, normalmente, un rango.
- Descripción: Breve descripción de lo que hace la fórmula.
- Sintaxis: Sintaxis que necesita la fórmula para calcular el valor.

La Figura 4-49 muestra un fragmento de *FuncEstadisticas.xml* con una de las funciones que se tiene implementada.

```

- <funcestad>
- <info>
  <general>parametros de instanciacion:String nombre, String nombreCorto, String descripcion, String sintaxis</general>
</info>
- <funcion>
  <nombre>Moda</nombre>
  <paquete>FuncEstadisticas</paquete>
  <clase>Moda</clase>
  <llamada>calcularModa</llamada>
  <nombcorto>moda</nombcorto>
  <nparams>1</nparams>
  <descripcion>Halla la moda de un grupo de datos</descripcion>
  <sintaxis>moda([_XX:_YY])</sintaxis>
</funcion>

```

Figura 4-49: Archivo FuncEstadisticas.xml

Al momento de iniciar la herramienta, la clase *Núcleo* invoca al método *levantaFunciones*. Este método llama a la función *levantarFunciones* de la clase *GestorFuncion* cuyo trabajo es leer el archivo XML tantas veces como tags “funcion” hayan en el mismo. De este modo, se va agregando en su vector *cjtoFunciones* el objeto *nuevaFuncion*. Es en ese vector en donde se almacenan todos los datos necesarios para cargar todas las funciones configuradas.

4.5.2. Hoja de Datos

La Hoja de Datos es el punto de entrada de la herramienta que permite el almacenamiento de valores y cálculo de fórmulas. La hoja guarda una relación directa con la barra de fórmulas.

La Hoja de Datos ha sido implementada en un conjunto de clases relacionadas siguiendo el esquema de `javax.swing.JTable`, clase que pertenece a la plataforma Java 2. La data contenida por la hoja es almacenada en una clase diseñada para soportar las referencias entre celdas; una celda es contenida en una estructura de datos, la cual se muestra en la Figura 4-50:

```
class StdCelda{
    private Object _valor=null;
    private String _formula=null;
    private Hashtable _referencias=null;
    private Hashtable _dependencias=null;
    private String _nombre=null;
}
```

Figura 4-50: Atributos de la clase Celda

- `_valor`: Contiene el valor de la celda.
- `_formula`: Contiene el texto de la fórmula en la celda.
- `_referencias`: Contiene las referencias de las celdas que requieren del valor de dicha celda.
- `_dependencias`: Contiene las referencias de las celdas de las cuales depende el valor calculado por la fórmula de la celda.
- `_nombre`: Contiene el nombre único de la celda.

Las referencias y dependencias son asignadas al momento de operar una fórmula. Al asignarse la fórmula a la celda en edición se verifica si se llegaría a una referencia circular (una referencia circular se da cuando una celda depende del valor de otra, pero ésta última a la vez depende de la primera, directa o indirectamente a través de otra celda). De no darse la referencia circular, la fórmula

y su valor numérico son asignados a la celda. Finalmente se recalculan los valores de todas las celdas dependientes de la celda editada.

Cabe señalar que para mejorar el tiempo de respuesta de la búsqueda de celdas por referencias y dependencias se ha utilizado una colección del tipo hash. Esta colección permite realizar la búsqueda a través de un identificador único.

4.5.3. Barra de Fórmulas

La Barra de Fórmulas es un componente visual que interactúa activamente con la hoja de datos. Muestra el valor de la celda sobre la cual se ubica el cursor además de permitir la edición de dicho valor. Debido a que la celda contiene un valor numérico (por ingreso directo o como resultado asignado de una fórmula directa o indirectamente relacionada con la celda en edición) y uno de texto (que puede indicar una fórmula) se maneja una prioridad sobre el valor a mostrar de la celda en edición:

- Si la celda contiene una fórmula y un valor: Se da preferencia a la fórmula; es decir, mientras la hoja de datos muestra el valor calculado (al posicionar el cursor sobre dicha celda) la barra de fórmulas mostrará la fórmula utilizada.
- Si la celda contiene únicamente un valor: Tanto la hoja de datos como la hoja de datos mostrará únicamente dicho valor.

Al iniciar la edición de una celda tanto la barra de fórmulas y la hoja de datos mostrarán el valor de mayor prioridad para la edición.

La comunicación entre la barra de fórmulas y la hoja de datos se da a través de una clase de control llamada *ControlHojaDeDatos*. Dicha clase contiene referencia a la hoja de datos, la barra de fórmulas y al visor de celda activa (campo de texto en la parte superior izquierda que indica la celda donde está posicionado el cursor) de forma que puede interactuar frente a eventos de movimiento como nueva posición del cursor e inicio de edición.

4.5.4. Intérprete

La funcionalidad del intérprete de comandos está formado por las clases: *MacroParser*, *yyMacroParser*, *yyMacroParserImpl* y *MacroFuncion*. La primera clase: *MacroParser*, es la clase que encapsula el uso y funcionamiento interno de las operaciones de reconocimiento y consumo de la gramática ingresante. Esta clase permite al usuario utilizar funciones generales como *ValidaSintaxis()* o *Ejecuta()*. La segunda clase *yyMacroParser* opera a un nivel mas interno, permitiendo reconocer los comandos de entrada de acuerdo a la gramática definida en la presente sección. Esta clase verifica que el flujo de entrada posea una sintaxis correcta. La clase *yyMacroParserImpl* realiza el reconocimiento y consumo del flujo de entrada. Este consumo permite reconocer comandos, variables, parámetros y literales constantes, además de almacenar en memoria esta secuencia de comandos en una estructura que pueda ser interpretada y ejecutada. Esta estructura consta de: una tabla de símbolos, la cual almacenará el nombre de las variables, su valor y el valor de literales constantes; una tabla de código, la cual registra cada comando y la referencia a los valores utilizados como parámetros que existen en la tabla de símbolos. El intérprete permite el manejo de funciones, que son una forma de agrupar comandos que cumplan una finalidad y que sean utilizados en distintas partes del código, evitando repetir la misma secuencia de comandos para realizar una misma acción. Cada función es almacenada en una estructura de datos, *StdMacroFuncion*, la cual contiene internamente su propia tabla de símbolos y tabla de código.

Con respecto al intérprete se asume que todo archivo de macro contará como mínimo con una función que cumpla la siguiente cabecera:

```
Funcion Main(var argumentos) retorna numerico
```

Esta cabecera será el punto de entrada para la ejecución de las sentencias.

Con respecto a las asignaciones y declaraciones de las variables, se está considerando lo siguiente:

- La asignación será dada por los caracteres (:=)

- El intérprete reconocerá la declaración de dos tipos variables: NUMERICO y CADENA
- El intérprete reconocerá la declaración de una variable con la siguiente sentencia:

```
VAR MiVariable NUMERICO
VAR MiCadena CADENA
```

Para el caso de las variables de tipo CADENA se contará con las funciones mostradas en la Tabla 4-7.

Función	Descripción
CONTIENE(CADENA1, CADENA2)	Devuelve la posición dentro de la cadena1 en la cual encuentra la ocurrencia de la cadena2.
SUBCADENA(CADENA1, POSINI, POSFIN)	Devuelve la subcadena de CADENA1 desde POSINI hasta POSFIN.
LONGITUD(CADENA)	Devuelve la cantidad de caracteres que contiene la cadena.
CONCATENA(CADENA1, CADENA2)	Devuelve la unión de dos cadenas.

Tabla 4-7: Sintaxis de las cadenas

Para el caso de las variables de tipo NUMERICO se contará con las siguientes operaciones: +, -, *, /

Para el caso de las variables de tipo NUMERICO se contará con las funciones mostradas en la Tabla 4-8.

Función	Descripción
ENTERO(NUMERO)	Devuelve la parte entera de un número
DECIMAL(NUMERO)	Devuelve la parte decimal de un número
REDONDEO(NUMERO, N)	Devuelve el NUMERO redondeado a N decimales
TECHO(NUMERO)	Devuelve el valor más cercano superior
PISO(NUMERO)	Devuelve el valor más cercano inferior

Tabla 4-8: Funciones para las variables tipo Número

Los manejadores del flujo del programa serán los que se presentan en la Tabla 4-9.

Sintaxis	Equivalencia
PARA i = INICIO hasta FIN avance VALOR	for (int i=INICIO; i<=FIN; i+=VALOR)
MIENTRAS (condicionBooleana) { ----- }	while() { }
REPETIR { ----- } (condicionBooleana)	Repeat { until
SI (condicionBooleana) ENTONCES { ----- }CASO CONTRARIO{ ----- }	If () then { else { end if
Continuar	Continue
Terminar	break

Tabla 4-9: Manejadores de flujo

Las condiciones booleanas se presentan en la Tabla 4-10.

Signo	Descripción
>	Mayor
<	Menor
>=	Mayor o igual
<=	Menor o igual
=	Igual
!=	Distinto
&&	Condición AND
	Condición OR

Tabla 4-10: Condiciones booleanas

Sobre la hoja de datos se puede decir que el acceso a la misma se dará a partir de un objeto denominado `refHoja`. El objeto `refHoja` presentará las funciones mostradas en la Tabla 4-11.

Función	Descripción
<code>refHoja.Rango(fila, columna).valor</code>	Devuelve y fija el valor de la celda en la posición (fila, columna)
<code>refHoja.Rango(fila, columna).fórmula</code>	Devuelve y fija el valor de la fórmula de la celda en la posición (fila, columna)
<code>refHoja.FilaSeleccionadaSuperior</code>	Devuelve y fija la fila seleccionada superior
<code>refHoja.FilaSeleccionadaInferior</code>	Devuelve y fija la fila seleccionada inferior
<code>refHoja.ColumnaSeleccionadaIzq</code>	Devuelve y fija la columna seleccionada izquierda
<code>refHoja.ColumnaSeleccionadaDer</code>	Devuelve y fija la columna seleccionada derecha

Tabla 4-11: Manejadores de flujo

4.5.5. Configuración de Psicometría

La configuración del módulo de psicometría se da a través de un archivo XML, llamado *PkPsiCfg.xml* con la siguiente estructura:

- Versión: Indica la versión del módulo instalado.
- Dfcorrelacion: Indica los valores por defecto de operación en el caso de las correlaciones:
 - a. Ident: Indica el tipo de correlación que se utilizará, '0' para la correlación de Pearson y '1' para la correlación de Spearman.
 - b. Valor: Indica el valor deseado a alcanzar al obtener las correlaciones.
- Dfalfa: Indica el valor por defecto para el Alpha de Cronbach, éste valor es el que buscará ser alcanzado para finalizar el proceso de confiabilidad sobre un test.

- Dfdecim: Indica la cantidad de decimales que deberán ser considerados en las operaciones del módulo.

La Figura 4-51 muestra un ejemplo de la configuración de este módulo.

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8" ?>
- <configuracion>
- <version>
  <principal>0</principal>
  <secundario>0</secundario>
  <revisión>0</revisión>
</version>
- <dfcorrelacion>
  <ident>0</ident>
  <value>0.2</value>
</dfcorrelacion>
- <dfalfa>
  <value>0.6</value>
</dfalfa>
- <dfdecim>
  <value>4</value>
</dfdecim>
</configuracion>
```

Figura 4-51: Archivo de configuración de psicometría

El archivo de configuración será accedido al momento de levantar el módulo de psicometría, de forma que se pueda acceder a los valores antes referidos.

4.5.6. Archivo de Proyecto de Psicometría

El archivo del proyecto de psicometría es un archivo XML en donde se encuentra la data trabajada con el módulo respectivo. La estructura del archivo sigue la jerarquía de la clase *ProyectoPsicometria.java*, la cual se muestra en la Figura 4-52:

```
public class ProyectoPsicometria {

    private double alfa;
    private double idcCorrelacion;
    private double cantFacts;
    private java.util.ArrayList items;
```

Figura 4-52: Atributos de la clase ProyectoPsicometría

A continuación se explica el contenido de cada variable:

- Alfa: Es el valor del Alfa de Cronbach del test.
- idcCorrelación: Identifica el tipo de correlación utilizado en el proyecto.
- cantFacts: Es la cantidad de factores encontrados por el Análisis Factorial por Componentes.
- ítems: Corresponde a un arreglo de los ítems del test.

Sobre el arreglo de los ítems, corresponden a la clase *PSItem.java*, cuya estructura se muestra en la Figura 4-53:

```
public class PSItem {
    private int CodItem;
    private int PosItem;
    private double Correlacion;
    private double ApKR;
    private String Descripcion;
    private boolean eliminado;
    private boolean visible;
    private double factor;
```

Figura 4-53: Atributos de la clase PSItem

A continuación se explica el contenido de cada variable:

- CodItem: Código de creación del ítem.
- PosItem: Posición del ítem en el test debido a un reordenamiento.

- Correlación: Correlación del ítem al momento de ejecutar el análisis de confiabilidad.
- ApKR: Alfa de Cronbach que tendría el test si se elimina dicho ítem.
- Descripción: Breve descripción del texto de la pregunta.
- Eliminado: flag que indica si ese ítem ha sido descartado o no por el proceso del análisis de la confiabilidad.
- Visible: flag que indica si el ítem es visible dentro de los que han sido eliminados.
- Factor: número del factor al que corresponde el ítem y que se da al ejecutar el análisis factorial por componentes.

4.6. Diseño de los Casos de Prueba

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

Prueba N°:	1	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Configurar módulos.	
Precondición:	Ninguna	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción “Configurar” dentro del menú “Módulos” de la ventana principal de la herramienta.	Se muestra el cuadro de diálogo Configurar Módulos, y en este se indica el nombre, descripción, estado y ubicación de los paquetes instalados.
2	Seleccionar un módulo de la lista mostrada y elegir la opción “Configurar”.	Se muestra el cuadro de diálogo Configurar Módulos – Cambiar.
3	Cambiar el estado del módulo (de Inactivo a Activo o viceversa) y elegir la opción “Aceptar”.	El estado del módulo cambia en el cuadro de diálogo Configurar módulo.
4	Reiniciar la herramienta y repetir el paso 1	Si el módulo elegido fue activado y además es del tipo ‘Visual’,

		entonces ha sido cargado y se muestra una opción más en el menú "Módulos" para acceder a su funcionalidad; si el módulo fue desactivado, no es cargado ni se muestra la opción en el menú "Módulo".
--	--	---

Prueba N°:	2	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Solicitar procedimientos de otro módulo.	
Precondición:	Deben de estar instalados los dos módulos: el que provee la funcionalidad y el que la solicita	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción del menú "Módulos" que corresponda del cual se va a probar el acceso a una de sus funcionalidades.	Se muestra la interfaz correspondiente al módulo solicitado.
2	Elegir la opción dentro de la interfaz del paquete (el que solicita la funcionalidad) que accede a la funcionalidad del otro paquete (el que provee la funcionalidad)	Se muestra el resultado esperado de la funcionalidad del paquete que la provee en la interfaz del paquete que la solicita.
Observaciones:	Para llevar a cabo esta prueba, pueden utilizarse drivers y stubs de prueba que representen a ambos paquetes, de forma que se verifique la capacidad del núcleo de comunicar ambos paquetes	

Prueba N°:	3	
Objetivo:	Probar el funcionamiento de la barra de fórmulas.	
Clases asociadas:	BarraFormulas	
Precondición:	La hoja de datos debe tener valores numéricos en las celdas A6 y A7.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultados esperados
1	Posicionarse en una celda vacía de la hoja de datos	La barra de fórmulas muestra su campo vacío al igual que la celda.
2	Ingresar una fórmula en la barra de fórmulas de la hoja de datos que haga referencia a celdas. "=A5 + A6 + A7", luego presionar enter.	La fórmula es evaluada correctamente, el resultado es calculado como la suma de las celdas A5, A6 y A7, al no tener A5 valor alguno, la suma considerará su valor como 0. El resultado se muestra en la celda activa. En caso la fórmula presente algún error, se muestra un mensaje al usuario indicándole la presencia de un error.

3	Ingresar en la celda A8 un valor del tipo 'cadena'	La celda contendrá el nuevo valor de cadena ingresado.
4	Ingresar en la celda A9 la fórmula "=A8 + A6"	La fórmula es evaluada con errores, y debe mostrarse un mensaje indicando lo que ocurrió. No puede sumarse un valor numérico con una cadena.

Prueba N°:	4	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Llenar hoja de datos.	
Precondición:	Debe existir un archivo 'csv' con información	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción 'Abrir Archivo'	Se muestra la interfaz correspondiente seleccionada.
2	Elegir un archivo de tipo 'csv' con información y seleccionar 'abrir'.	La hoja de datos es llenada con éxito y muestra los datos cargados.
Observaciones:	Se puede usar un driver de prueba para llevar a cabo esta prueba.	

Prueba N°:	5	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo alternativo Carga manual de la hoja de datos.	
Precondición:	Ninguna	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Posicionarse en la celda vacía A5.	La barra de fórmulas se mostrará vacía.
2	Ingresar en la celda un valor numérico '25' y presionar ENTER.	El valor es mostrado en la celda que fue editada, si el cursor regresa a la posición que fue editada la barra de fórmulas mostrará el valor ingresado.
3	Posicionarse en la celda inferior a la anterior ingresada.	La barra de fórmulas se mostrará vacía.
4	Ingresar en la celda un valor de tipo cadena y presionar ENTER.	El valor es mostrado en la celda que fue editada, si el cursor regresa a la posición que fue editada la barra de fórmulas mostrará la cadena ingresada.
5	Posicionarse en la celda inferior a la anterior ingresada.	La barra de fórmulas se mostrará vacía.
6	Ingresar en la celda una cadena con sintaxis de fórmula: "=A5 + 5" y presionar ENTER.	El valor resultado '30' es mostrado en la celda editada, si el cursor regresa a la posición que fue editada la barra de fórmulas mostrará la fórmula "=A5 + 5".

Prueba N°:	8	
Objetivo:	Verificar la muestra de mensajes de error al ingresar valores inválidos para las opciones de configuración de la herramienta.	
Precondición:	El archivo de configuración 'StadCoreCfg.xml' debe contener la referencia al módulo de psicometría con la opción de estado en '1' (activado).	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Modificar en el archivo de configuración 'StadCoreCfg.xml' el campo de 'mainclass' del módulo de psicometría, ingresando una cadena en blanco y grabar el archivo.	Al iniciar la herramienta se indicará con un mensaje que el módulo de psicometría no pudo iniciarse.
2	Modificar en el archivo de configuración 'StadCoreCfg.xml' el campo de ubicación del módulo de psicometría, ingresando una cadena en blanco y grabar el archivo.	Al iniciar la herramienta se indicará con un mensaje que el módulo de psicometría no pudo iniciarse.
Resultados Esperados:	Se muestra un mensaje indicando que hubo un problema con el archivo de configuración.	

Prueba N°:	9	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Conectarse a otro Módulo.	
Precondición:	El módulo de psicometría no debe estar instalado en la herramienta, pero debe existir en la máquina de prueba.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar el menú 'Módulos' y dentro de él elegir 'Configurar'.	Se muestra el cuadro de diálogo Configurar Módulos.
2	Seleccionar 'Agregar'	Se muestra el cuadro de diálogo para seleccionar la ubicación del módulo.
3	Seleccionar el archivo 'ModPsicometria.jar' en la ubicación donde se encuentre en la máquina de prueba.	La herramienta reconoce el módulo como válido, mostrando el nombre del módulo y habilitando la opción de estado del módulo.
4	Seleccionar el estado del módulo como activo.	El módulo es cargado en memoria y se muestra una opción para acceder a su interfaz bajo el menú "Módulos"
Observaciones:	Se puede usar un stub de prueba para llevar a cabo esta prueba.	

Prueba N°:	10	
Objetivo:	Verificar que se muestren los mensajes de error correspondientes al ingresar valores inválidos para los campos	

	Alpha de Cronbach e Índice de Correlación en la ventana de Ejecución por lote.	
Clases asociadas:	VentanaEjecucionLote	
Precondición:	Ninguna	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción de menú “Módulos” > “Psicometría” > “Ejecutar Procedimientos por Lote”.	Se muestra la ventana Configuración de Ejecución por Lote.
2	Ingresar un valor no numérico, una cadena vacía o un valor menor que 0 o mayor que 1 en los campos “Alpha de Cronbach mayor a:” e “Índice de Correlación mayor a:” y elegir la opción “Aceptar”.	Se muestra un mensaje de error que indica que se ha ingresado un valor erróneo en uno de los campos, indicando además el campo en cuestión.

Prueba N°:	11	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Efectuar procedimientos por lote.	
Precondición:	Se ha cargado previamente la hoja de datos con datos sobre los cuales trabajar.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Elegir la opción de menú “Módulos” > “Psicometría” > “Ejecutar Procedimientos por Lote”.	Se muestra la ventana Configuración de Ejecución por Lote
2	Indicar los procedimientos a ejecutar, si se va a realizar pausas entre iteraciones, si se deben guardar las salidas en el proyecto y los valores límite para el Alpha de Cronbach y el Índice de Confiabilidad (ambos entre 0 y 1); luego elegir la opción “Aceptar”.	Si se eligió hacer pausas entre iteraciones, en cada iteración la herramienta muestra el ítem eliminado, la razón por la cual se elimina y los valores del Índice de Correlación y del Alpha de Cronbach después de eliminar el ítem. Si se eligió realizar el Análisis Factorial por Componentes, se muestra la ventana Resultado del Análisis Factorial por Componentes, y en ella figuran el total de factores hallados y un listado que enumera los ítems y el factor al cual corresponden. Caso contrario, se muestra la ventana Resultado del Análisis de Confiabilidad, y en ella se muestra el listado de los ítems no eliminados y de los ítems eliminados, así como el valor final del Alpha de Cronbach.
3	Elegir la opción “Aceptar”	Si se eligió realizar el Análisis Factorial por Componentes, se

		cierra la ventana Resultado del Análisis Factorial por Componentes y se muestra la ventana Resultado del Análisis de Confiabilidad. Casos contrario, se cierra la ventana Resultado del Análisis de Confiabilidad.
--	--	--

Prueba N°:	12	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Efectuar Análisis Factorial por Componentes.	
Precondición:	Se ha cargado previamente la hoja de datos el archivo con datos "Prueba.csv", el cual contiene datos de una prueba tomada que contiene 12 factores.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar la región dentro de la hoja de datos que contiene la información a analizar.	La región en la hoja de datos debe quedar sombreada.
1	Elegir la opción de menú "Módulos" > "Psicometría" > "Validez" > "Análisis Factorial por Componentes".	Se muestra la ventana Resultado del Análisis Factorial por Componentes, y en ella se muestra el número de factores hallados en el test '12' y un listado en el que figuran los ítems y el factor al cual corresponde cada uno.

Prueba N°:	13	
Objetivo:	Probar el funcionamiento del flujo básico del caso de uso Realizar análisis de confiabilidad.	
Precondición:	Se ha cargado previamente la hoja de datos con datos sobre los cuales trabajar.	
Descripción de la prueba		
Paso	Acción	Resultado esperado
1	Seleccionar el área con la data a analizar dentro de la hoja de datos.	El área seleccionada quedará sombreada.
2	Elegir la opción de menú "Módulos" > "Psicometría" > "Confiabilidad".	Se muestra la ventana Confiabilidad.
3	Indicar que no se realice pausa durante el proceso; luego elegir la opción "Aceptar".	Se muestra la ventana Resultado del Análisis de Confiabilidad, y en ella se muestra el listado de los ítems no eliminados y de los ítems eliminados, así como el valor final del Alpha de Cronbach.
4	Cerrar la pantalla de resultados.	Se regresa a la pantalla de la hoja de datos.
5	Elegir la opción de menú "Módulos" > "Psicometría" > "Confiabilidad".	Se muestra la ventana de Confiabilidad.
6	Indicar que se realicen pausas durante el proceso; luego elegir la opción "Aceptar".	Se muestra la ventana de Resultado de Análisis de Confiabilidad. Si existe algún ítem que puede ser eliminado de la

		prueba, para aumentar el valor del Alpha del test, se mostrará un cuadro de confirmación de la eliminación que está por realizarse, indicando el valor de aporte al alpha y su correlación.
7	Seleccionar aceptar en la pantalla de confirmación de eliminación de un ítem.	El ítem es enviado al listado de ítems retirados del análisis, los valores de correlación y los nuevos valores del alpha son actualizados en los ítems restantes. Si existe algún ítem que aún pueda ser eliminado se mostrará nuevamente un cuadro de confirmación de la eliminación.
8	Seleccionar cancelar en la pantalla de confirmación de eliminación de un ítem.	El ítem se mantiene en el listado de ítems analizados y no se realizará otra eliminación automática.

4.7. Caso Real de Prueba del Módulo de Psicometría

A continuación se presentará un caso real de prueba para el módulo de psicometría. Los datos de entrada que se han obtenido se basan en un trabajo del curso de Construcción de Pruebas de la Especialidad de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú, por las alumnas Cáceres, E., Gusieff, D., Loli, D. (2004). El tema presentado fue “Escala de Actitudes hacia las Propias Relaciones de Pareja en Personas Heterosexuales”.

De acuerdo al trabajo efectuado por las autoras, ellas proponen medir las actitudes hacia las propias relaciones de pareja en áreas que consideran principales. Las áreas que finalmente reconocen son dependencia, poder, cercanía, compromiso, intimidad psicológica y pasión. Las preguntas que se consideraron en las pruebas se encuentran en la Tabla 4-12.

Nº	Ítem
1	Busco tener sólo amigos comunes con mi pareja
2	Evito llevar el control absoluto de la relación.
3	Siento que mi pareja y yo tenemos valores similares.
4	Prefiero las relaciones de larga duración.
5	Me agrada hablar sobre cualquier cosa privada con mi pareja libremente.
6	Considero que la atracción física es algo secundario en mi relación de pareja.
7	Mi pareja sabe cosas sobre mí que nadie más sabe.
8	Mis metas y las de mi pareja, en general, se oponen.
9	Me agrada ser quien lleve el control en la relación.

10	Prefiero estar en una relación donde ambos podamos tener citas con posibles parejas.
11	Considero que las relaciones sexuales son un aspecto importante en las relaciones de pareja.
12	Me gusta la idea de que mi pareja y yo NO tengamos los mismos amigos
13	Compartir actividades con mi pareja es algo secundario para mí.
14	Casi nunca tengo fantasías sexuales con mi pareja.
15	Pienso que las ideas de mi pareja prevalecen sobre las mías en una discusión
14	Aparte de las ocasiones en que salgo con mi pareja, intento salir también yo solo(a).
17	Me esfuerzo porque mi pareja y yo siempre estemos de acuerdo
18	Trato de hacer sentir bien a mi pareja para lograr que haga algo que yo deseo.
19	Me gusta que mi relación ocupe un lugar importante en las prioridades de mi pareja.
20	Intento escoger una pareja con la que comparta intereses.
21	Pienso que la fidelidad es secundaria en una relación
22	Siento que hablar de mis problemas con mi pareja me reconforta.
23	Pienso que para que una relación sea exitosa hay que trabajar en ella.
24	Me siento incomprendido(a) por mi pareja.
25	Considero secundario que mi pareja tenga fantasías sexuales conmigo.
26	Trato, sin mucho esmero, de comprender a mi pareja.
27	Me agrada que mi pareja me acaricie sensualmente.
28	Procuró acariciar sensualmente a mi pareja.
29	Trato que mi relación ocupe un lugar importante entre mis prioridades.
30	Me desagradaba tener un círculo de amigos en común con mi pareja.
31	Busco darme un tiempo para conversar dentro de la relación.
32	Buscar que mi pareja me encuentre atractivo(a) es muy importante para mí.
33	Deseo que mi pareja y yo seamos como una sola persona
34	Suelo estar seguro(a) de las decisiones que tomo aún sin mi pareja
35	Me esfuerzo por darle confianza a mi pareja de hablarme sobre cualquier cosa.
36	Me gusta ceder en las discusiones con mi pareja para evitar que continúen.
37	Pienso que al terminar mi relación dejaría de pensar en mi pareja prácticamente de inmediato.
38	Busco muy poco decirle frases afectuosas a mi pareja.
39	Mi vida perdería todo sentido si perdiera mi pareja.
40	Trato que mi pareja sea quien tome las decisiones más importantes en la relación.
41	Busco ser fiel en mis relaciones.
42	Me desagradaba el tener que reconfortar a mi pareja cuando me cuenta sus problemas.
43	Me agrada que mi pareja me diga frases afectuosas.
44	Me incomoda cuando mi pareja me demuestra que me desea.
45	Consigo que mi pareja haga lo que quiero haciéndolo sentirse culpable.
46	Me agrada demostrarle a mi pareja mi deseo por ella.
47	Me esfuerzo poco para que mi relación sea exitosa.
48	Busco mimar a mi pareja haciéndole cariños afectuosos.
49	Prefiero la seguridad de mi relación que incursionar en cosas nuevas que puedan afectarla.
50	Es secundario para mí estar en una relación donde la comunicación se valore particularmente.
51	Continúo realizando algunas actividades que disfruto aunque no comparta su realización con mi pareja.
52	Prefiero que mi pareja sea quien tome las decisiones más importantes en la relación
53	Consigo que mi pareja haga lo que quiero haciéndolo sentir pena por mí.
54	Es importante para mí que mi pareja me mime haciéndome cariños afectuosos.

Tabla 4-12: Preguntas del Caso de Prueba

La escala de respuestas para cada una de las preguntas se encuentra en la Tabla 4-13.

1 = Totalmente de acuerdo	4 = Ligeramente en desacuerdo
2 = Mayormente de acuerdo	5 = Mayormente en desacuerdo
3 = Ligeramente de acuerdo	6 = Totalmente en desacuerdo

Tabla 4-13: Escala de Respuestas del Caso de Prueba

Para realizar el análisis de la prueba antes mencionada, utilizando la herramienta, se deben seguir los pasos descritos a continuación:

El primer paso consiste en activar el módulo de psicometría. La Figura 4-54 muestra las pantallas que permiten realizar este proceso.

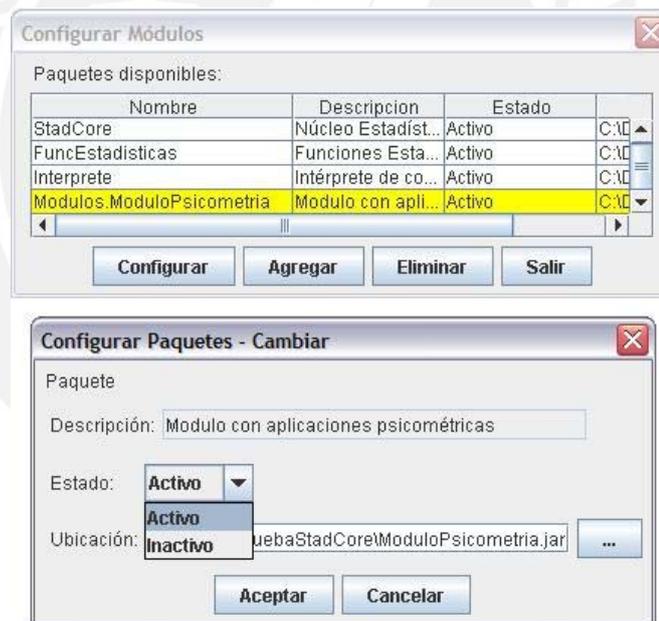


Figura 4-54: Activación del módulo de psicometría

Posteriormente, se debe abrir el archivo en donde se encuentra la matriz de respuestas y seleccionar la región del área de trabajo en donde se ubican los puntajes de cada ítem por sujeto. La Figura 4-55 muestra la hoja de datos con el área de trabajo seleccionada.

1	sujeito	sexo	edad	pareja	Item1	Item2	Item3	Item4	Item5	Item6	Item7	Item8	Item9	Item10	Item11	Item12	Item13
1	0	19	1	3	4	3	4	1	4	3	3	2	3	1	3	3	3
2	0	17	1	6	5	5	3	1	3	2	4	3	1	3	2	3	3
3	0	18	1	4	6	2	5	1	5	6	3	4	1	2	1	1	1
4	0	18	1	3	5	2	1	2	3	4	3	3	3	2	4	2	2
5	0	20	1	6	4	2	3	2	4	3	4	3	3	2	6	4	4
6	0	19	1	4	4	2	5	2	3	6	1	6	4	3	4	3	3
7	0	18	1	3	5	3	3	1	3	4	4	3	6	1	5	2	2
8	0	19	1	3	4	3	4	2	4	4	4	3	3	3	5	4	4
9	0	18	1	3	3	2	4	2	2	4	4	3	2	1	4	3	3
10	0	20	1	6	2	1	1	1	3	4	2	4	2	5	3	1	1
11	0	20	1	2	5	3	2	1	5	3	2	3	2	2	5	1	1
12	0	20	1	6	5	3	3	1	3	3	4	3	4	2	4	4	4
13	0	19	0	3	5	2	1	3	3	3	2	4	5	5	4	3	3
14	0	20	1	3	3	3	3	2	2	2	4	4	2	2	3	2	2
15	0	20	1	3	5	3	3	1	4	4	5	2	6	4	2	4	4
16	1	18	1	6	6	2	2	2	4	5	3	5	1	4	2	2	2
17	1	19	1	6	4	1	1	3	3	1	1	3	1	6	6	1	1
18	1	18	1	2	5	3	1	2	3	1	2	5	1	2	2	2	2
19	1	18	1	6	4	3	2	2	4	3	3	3	1	4	3	1	1
20	1	18	1	6	4	3	2	2	4	3	3	3	1	4	3	1	1
21	1	19	1	3	4	3	3	2	4	4	4	3	1	5	1	1	1
22	1	19	1	5	4	2	3	2	5	3	3	5	1	4	2	2	2
23	1	18	1	5	2	2	3	1	5	1	1	4	1	3	4	1	1
24	1	18	0	3	5	2	3	2	3	4	3	5	2	6	3	3	3
25	1	20	1	3	3	3	2	2	5	2	2	4	2	3	2	3	3
26	1	20	1	6	5	2	1	2	5	3	6	2	1	5	3	1	1
27	1	18	1	3	4	2	1	3	6	3	4	3	1	4	3	2	2
28	1	19	1	2	4	5	3	1	3	3	2	4	2	2	5	4	4
29	1	19	1	3	4	2	3	5	5	4	2	4	4	2	4	4	4
30	1	18	1	6	4	2	2	1	6	2	1	6	1	3	2	2	2
31	1	18	1	2	6	4	2	1	6	1	2	5	1	2	2	2	2
32	1	20	1	6	6	2	2	1	6	4	1	3	1	2	7	6	6
33	0	25	1	3	4	3	4	4	2	6	2	5	1	2	4	4	4

Figura 4-55: Selección del área de trabajo

En cuanto los datos hayan sido seleccionados se debe ingresar a la opción Psicometría > Validez > Análisis Factorial por Componentes. Se mostrará la ventana “Resultado del Análisis Factorial por Componentes” y automáticamente se ejecutará la función de análisis como se muestra en la Figura 4-56.

Item	Texto	Factor
1		6.0
2		8.0
3		10.0
4		7.0
5		9.0
6		4.0
7		8.0
8		5.0
9		4.0
10		4.0
11		1.0
12		8.0
13		8.0
14		1.0
15		2.0
16		6.0
17		8.0
18		3.0
19		0.0

Prueba de un factor (correlación ítem-test)
 Prueba de más de un factor (correlación ítem-área)
 Área de la cual se va a aplicar la correlación ítem-área:

Figura 4-56: Resultado del Análisis Factorial por Componentes

Del resultado visto se tiene que el test tiene 10 factores (o subtests). La razón por la cual en el proceso no se obtuvieron los 6 factores planteados se debe a la pequeña cantidad de la muestra de 56 sujetos que da resultados dispersos; para estos casos la herramienta permite la edición de los factores. Sin embargo, a continuación se muestran algunos casos que demuestran la correcta tendencia en el funcionamiento de la herramienta en la Tabla 4-14.

Factor	N°	Ítem
1	11	Considero que las relaciones sexuales son un aspecto importante en las relaciones de pareja.
	14	Casi nunca tengo fantasías sexuales con mi pareja.
	25	Considero secundario que mi pareja tenga fantasías sexuales conmigo.
	27	Me agrada que mi pareja me acaricie sensualmente.
2	28	Procuró acariciar sensualmente a mi pareja.
	15	Pienso que las ideas de mi pareja prevalecen sobre las mías en una discusión
	40	Trato que mi pareja sea quien tome las decisiones más importantes en la relación.
	52	Prefiero que mi pareja sea quien tome las decisiones más importantes en la relación
3	18	Trato de hacer sentir bien a mi pareja para lograr que haga algo que yo deseo.
	20	Intento escoger una pareja con la que comparta intereses.
	23	Pienso que para que una relación sea exitosa hay que trabajar en ella.
5	8	Mis metas y las de mi pareja, en general, se oponen.
	30	Me desagrada tener un círculo de amigos en común con mi pareja.
	35	Me esfuerzo por darle confianza a mi pareja de hablarme sobre cualquier cosa.
	38	Busco muy poco decirle frases afectuosas a mi pareja.
9	48	Busco mimar a mi pareja haciéndole cariños afectuosos.
	5	Me agrada hablar sobre cualquier cosa privada con mi pareja libremente.
	44	Me incomoda cuando mi pareja me demuestra que me desea.

Tabla 4-14 Salidas relevantes del proceso de análisis

Efectuando un análisis de los ejemplos mostrados se puede apreciar que el factor 1 está relacionado al concepto de Pasión, el 2 al Poder de decisión, el 9 al de Intimidad Psicológica, el 3 no se puede determinar y el 5 tiene un poco del concepto de Cercanía e Intimidad Psicológica. Este último nos da a entender que puede estar relacionado a un posible nuevo concepto relacionado al Compartir.

El siguiente paso es ejecutar el proceso de confiabilidad. En este punto la herramienta permite efectuar el proceso en función del ítem-test (un ítem con respecto a toda la prueba) e ítem-área (un ítem con respecto a los ítems que

pertenece a su factor). Para el presente caso se utilizará la correlación ítem-test. Se hace clic en “Continuar” y se mostrará la pantalla tal como en la Figura 4-57.

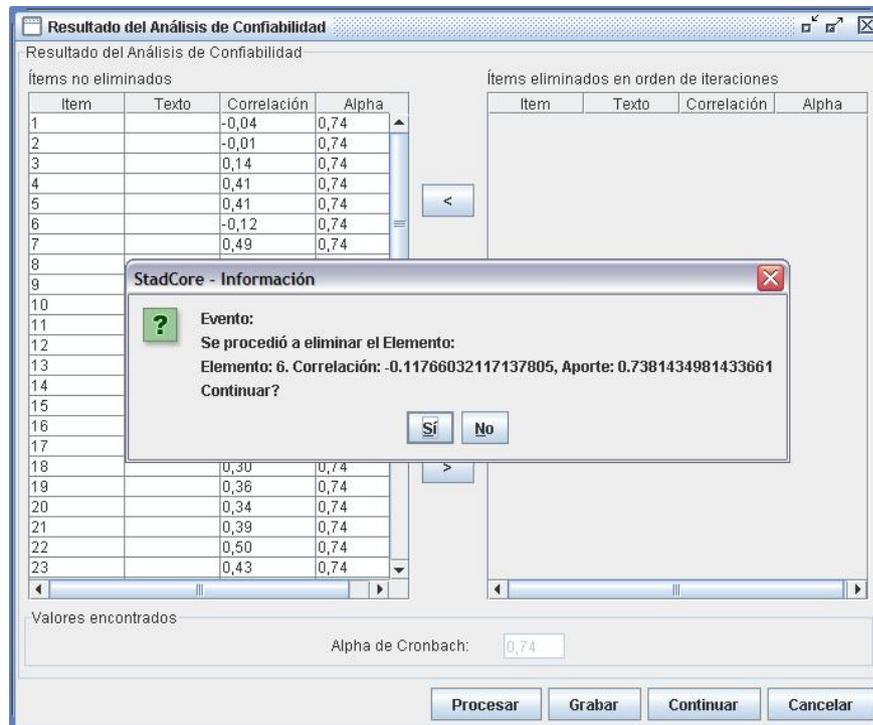


Figura 4-57: Resultado de la 1ra Iteración del Proceso de Confiabilidad

Debido a que el modo de ejecución “Paso a paso” está activado, se mostrará el análisis que efectúa la herramienta para eliminar un ítem, tal como se muestra en la Figura 4-58.



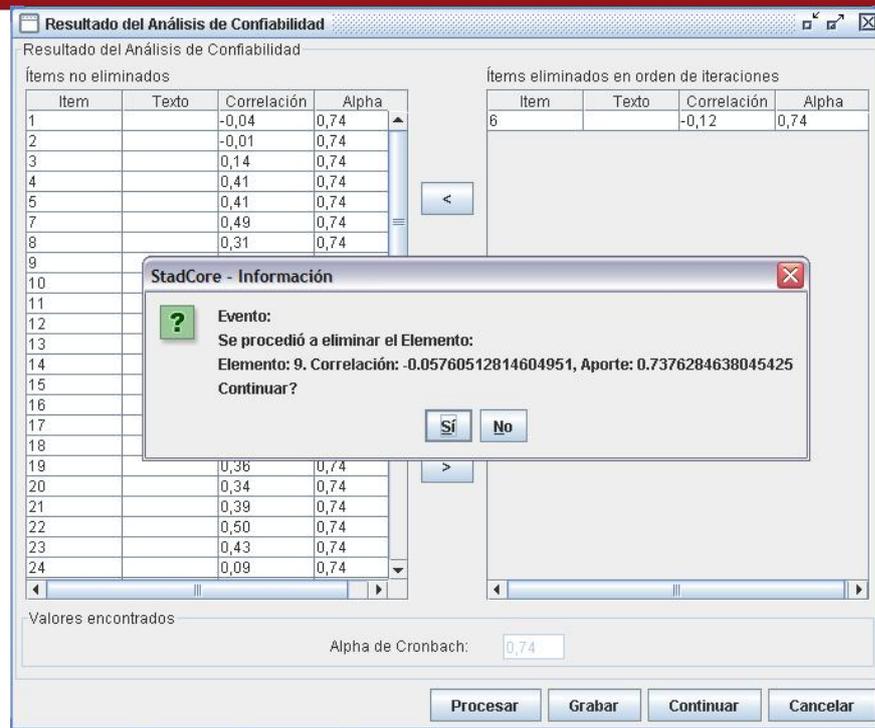


Figura 4-58: Resultado de la 2da Iteración del Proceso de Confiabilidad

Finalmente, el resultado que se obtiene se encuentra en la Figura 4-59.

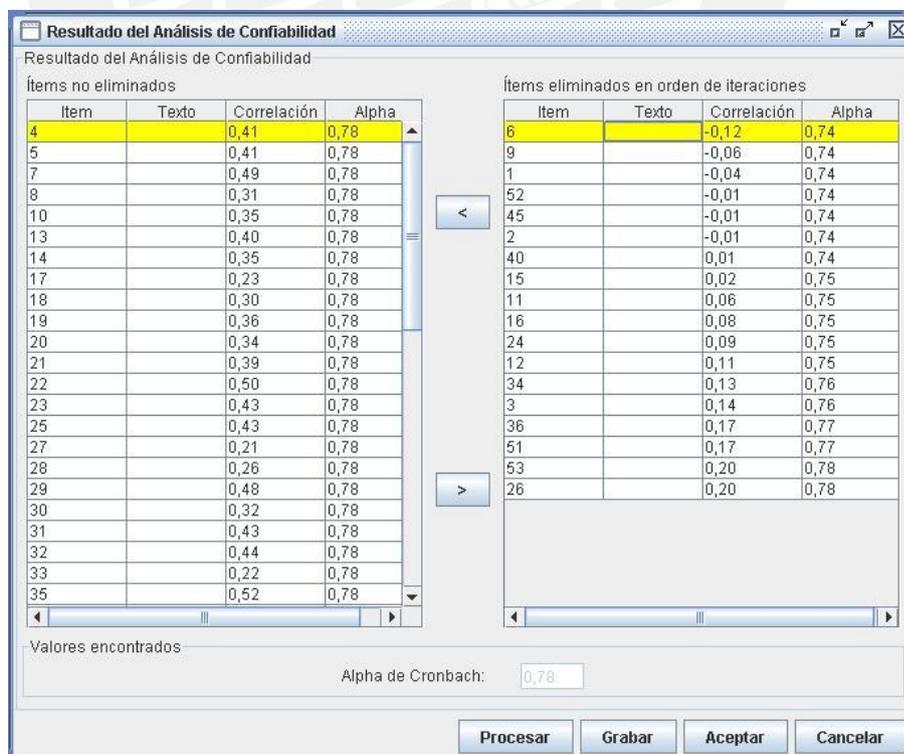


Figura 4-59: Resultado Final del Proceso de Confiabilidad

En la pantalla que contiene el resultado del análisis se puede ver al lado derecho los ítems que no son significativos para la prueba. Estos ítems han sido eliminados de acuerdo al criterio establecido previamente por el usuario de eliminar los ítems con una correlación no mayor a 0.2 y un Alpha de Crombach inferior a 0.8.



5. Observaciones, Conclusiones y Recomendaciones

En este capítulo final, se presentarán algunos puntos que se tomaron en consideración durante la fase de levantamiento de información y análisis de la misma. Este punto corresponde a las observaciones, conclusiones y recomendaciones del presente proyecto.

Dentro del subcapítulo de observaciones se explican detalles que se deben de tomar en cuenta sobre el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, la etapa de “Verificar” de la metodología Six Sigma será tratada en el subcapítulo correspondiente a las conclusiones. En ese punto se podrá ver que tan eficiente es la propuesta de mejora presentada.

Finalmente, se presentarán las recomendaciones a tomar en cuenta para futuros trabajos que se desarrollen con la herramienta.

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.
- La presente tesis, propuesta por los dos autores, es realmente un proyecto de cuatro personas que por fines prácticos se optó por dividirla. La otra parte del proyecto tiene implementada, principalmente, los gráficos de la herramienta, las normas y baremos del proceso de psicometría, un módulo para la construcción y ejecución de tests y un módulo que permite a varios usuarios trabajar sobre la misma hoja a la vez.
- Esta etapa viene a ser la segunda parte del proyecto. La primera (versión preliminar) fue desarrollada en el curso de la carrera: Desarrollo de Programas 1.
- Con respecto a las herramientas en el mercado que se probaron, dentro de las posibilidades, las funcionalidades que StadCore tiene implementadas están dispersas en las otras. Esto hace más atractiva la idea de utilizar la herramienta propuesta al presentar un entorno integrado.
- El prototipo presentado en el subcapítulo 4.3 (Especificación del Diseño de Pantallas) corresponde al realizado en la primera etapa. Como bien se puede notar en la versión final de la herramienta, este ha cambiado considerablemente conforme se han visto nuevas necesidades durante el desarrollo del proyecto.
- Sobre el uso de la metodología Six Sigma, no se pretendió hacer un uso detallado de la misma. La razón por la que se utilizó fue para conocer a mayor detalle los problemas del proceso y medir su desempeño de acuerdo a estándares internacionales.
- El nombre StadCore se debe a la orientación de la versión inicial y objetivo de la presente tesis. No se descarta la posibilidad de que la herramienta trabaje con funciones de otro tipo tales como las financieras, matemáticas, etc.

5.2. Conclusiones

- La posibilidad de ampliación de la herramienta mediante módulos permite implementar soluciones rápidas que trabajen sobre el modelo de las hojas de cálculo electrónicas, reduciendo costos de implementación.
- El uso de los archivos XML, como estándares de comunicación entre el núcleo y los módulos, fueron de gran ayuda ya que facilitaron la configuración de las interfaces y su fácil acceso de lectura. Estas interfaces lograron ser lo más sencillas posibles como para que puedan ser elaboradas por un usuario promedio.
- De acuerdo al caso de prueba presentado, se puede establecer que las funcionalidades del módulo de psicometría (análisis y confiabilidad) simplifican las labores de psicometría al estar automatizadas y ser interactivas.
- Luego de la etapa de la construcción de la herramienta, se comprobó que el lenguaje de programación seleccionado cumplió con todas las expectativas y permitió al equipo realizar un desarrollo sin mayor inconveniente.
- 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. La razón de esta diferencia se atribuye a distintos factores: el tiempo de dedicación irregular al proyecto durante y luego del curso, y la poca experiencia del equipo en la técnica.
- El uso de la metodología Six Sigma fue algo novedoso para los miembros del grupo. Cabe resaltar que se utilizó el ciclo de Deming por la facilidad que presenta y por ser la que con mayor facilidad se alinea con RUP. De haberse optado por seguir las metodologías propuestas por Six Sigma, se hubiera usado la DMAIC dado que se hizo una optimización (automatización) del proceso de psicometría.
- A pesar del uso no detallado que se le dio, se procederá a realizar la etapa de “Verificar” de la metodología con el fin de tener una idea de en qué nivel se podría situar el proceso. Aplicando el cuadro de Escalante (2003), visto en el marco teórico, y con los datos levantados, se puede estimar una cantidad de errores alrededor de 250 mil lo cual podría calificar al proceso

actual como Sigma 2 (no competitivo). Cabe resaltar aquí que esta es solamente una estimación al no poseer una muestra significativa. Este dato solo es utilizado para poder mostrar, a través de valores, la diferencia y mejora que puede lograrse con el uso de la herramienta. Sobre el procedimiento propuesto, se puede considerar que es Sigma 6 ya que el comportamiento se estima al esperado de acuerdo a los casos de prueba. Por consiguiente, teniendo en cuenta la baja muestra aplicada, se podría considerar que la propuesta presentada es una mejora al proceso.

- Con respecto a las metodologías y herramientas aplicadas se puede apreciar que los artefactos de UML son de gran ayuda al momento de realizar el análisis y diseño, RUP con la planificación y Six Sigma como guía en la mejora de procesos y la medición del desempeño de los mismos; en conjunto, permitieron llevar y medir el proyecto de una manera adecuada.

5.3. Recomendaciones

- Se recomienda aprovechar la modularidad de la herramienta, para dar soluciones inmediatas, mediante nuevos módulos orientados a áreas específicas de estudio.
- En los nuevos módulos a implementar se recomienda que cualquier optimización, oportunidad de mejora o innovación de algún proceso a implementar se trabaje con la metodología Six Sigma ya que permite guiar el desarrollo del proyecto de una manera adecuada.
- Con respecto a las Macros, se podría maximizar las prestaciones de esta funcionalidad permitiendo el diseño y creación de ventanas.

BIBLIOGRAFÍA

LIBROS Y ARTÍCULOS

BELL, D. (2003): *UML basics: An introduction to the Unified Modeling Language*
En <http://www-128.ibm.com/developerworks/rational/library/769.html>

CÁCERES, E.; GUSIEFF, D.; LOLI, D (2004): *Escala de Actitudes hacia las Propias Relaciones de Pareja en Personas Heterosexuales*, Trabajo del curso Construcción de Pruebas, Lima, Perú

CAMBRIDGE JOURNALS (2002): *Galton's Legacy To Research on Intelligence*
En
<http://journals.cambridge.org/action/displayAbstract?fromPage=online&aid=99801>

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

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

GALTON.ORG: *Sir Francis Galton F.R.S*
En <http://galton.org/>

GUERRA, E (2007): *Psicometría*
En <http://www.uaime.edu.mx/web-carreras/carreras/Etnopsicologia/07%20TRIMESTRE/PSICOMETRIA.pdf>

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

HUMAN INTELLIGENCE (2007): Charles Spearman
<http://www.indiana.edu/~intell/spearman.shtml>

HUMAN INTELLIGENCE (2007): L.L. Thurstone
<http://www.indiana.edu/~intell/lthurstone.shtml>

KLINE, P (1998): *The new Psycometrics*, Primera Edición, Routledge, Londres.

KRUCHTEN, P. (2001): *What is the Rational Unified Process?*
En <http://www-106.ibm.com/developerworks/rational/library/content/RationalEdge/jan01/WhatIsTheRationalUnifiedProcessJan01.pdf>

MAXWELL, A. E. (1977): *Multivariate Analyss in Behavioural Research*, London Chapman and Hall, Londres.

MAXWELL, A. E. (1978): *Basic Statistics for Medical and Social Students*, London Chapman and Hall, Londres.

MEDINA MARTÍNEZ, N (2002): *Folleto de Estadística Multivariada*, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.

MORROW, J. R.; JACKSON, A. W.; DISCH, J. G.; MOOD, D. P. (2006): *Measurement and Evaluation in Human Performance. Chapter 10: Measuring Cognitive Objectives with Written Tests*, Tercera Edición, Human Kinetics Web Site.

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

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.

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>

VELIZ, C (1998): *Estadística: Aplicaciones*, Tercera edición, Lima, Perú.

QUATRANI, T. (2003): *Introduction to the Unified Modeling Language*

En ftp://ftp.software.ibm.com/software/rational/web/whitepapers/2003/intro_rdn.pdf

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

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

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

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>

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.

VALLE, Y.; ORTEGA, G. (2006): *Gestión de Procesos: Seminario Taller*

REFERENCIAS

“Extensible Markup Language (XML)”, World Wide Web Consortium.

En <http://www.w3.org/XML/>

“Java Remote Method Invocation (Java RMI)”, Sun Developer Network, Java Sun.

En <http://java.sun.com/products/jdk/rmi/>

“Java Compiler Compiler – The Java Parser Generator”

En <https://javacc.dev.java.net/>

“JDOM”, jdom.org

En <http://www.jdom.org/>

“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/>

“PsicoMet ® - Descripción”, PsicoConsult C.A.
En http://www.psicoconsult.com/psc_productos.asp?id_producto=1&mostrar=D

“Statgraphics Centurion XV”, StatPoint
En http://www.statgraphics.com/statgraphics_centurion.htm

“XLSTAT”, XLSTAT.
En <http://www.xlstat.com/es/home/>

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

